



En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd

Anders Karlsson

Arbetsrapport 27 1997

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-786 58 25 Fax: 090-14 19 15, 77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR--27--SE

Förord

Det här examensarbetet på Jägmästarlinjen har utförts vid Institutionen för Resurshushållning och Geomatik, Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Arbetet har gjorts på uppdrag av Västra Skogsägarna och omfattar 20 högskolepoäng.

Jag vill härmed tacka min handledare professor Ljusk Ola Eriksson och övrig personal, vid Institutionen för Resurshushållning och Geomatik, som bidragit till genomförandet av det här arbetet.

Jag vill också speciellt tacka Tommy Johansson, Rikard Svensson, Ingvar Thoresson och Lars - Erik Thor, som deltagit i fältarbetet, samt Krister Holm. Samtliga anställda vid Västra Skogsägarna.

Umeå oktober 1997



Anders Karlsson

Sammanfattning

Information om avverkningsbestånd är avgörande för att kunna planera flödet av olika virkessortiment, och därmed kunna leverera rätt mängd virke i rätt tid mot avtalade kontrakt. Det är också avgörande för att bedöma ersättningen till entreprenörerna. Västra skogsägarna håller på att utveckla ett avverkningsplaneringssystem, Swiss, som skall klara detta. I systemet skall finnas rutiner för inventering av träden i bestånden och andra bestandsvariabler som terrängtransportavstånd, bärighet etc.

Det här arbetet inskränker sig till att undersöka trädvariabler i slutavverkningsbestånd enligt tre olika inventeringsmetoder. Två av metoderna är subjektiva och har undersökts genom ett fältförsök i tolv slutavverkningsbestånd i östra Värmland. De två subjektiva metoderna var "hoftning" och inventering av subjektivt utlagda cirkelprovytor. Den tredje metoden är en objektiv cirkelytemetod. Den redovisas utifrån en litteraturstudie. De undersökta variablerna var barrträdsvolym, trädslagsblandning och antal stammar/ha.

Förrättningsmännens uppgift i den subjektiva cirkelytemetoden var att finna en till tre cirkelytecentrum i bestånden. Dessa skulle väljas så representativa som möjligt för de undersökta variablerna. Med "hoftning" avsågs rent okulär uppskattning av dessa variabler, men med rätt att göra stödmätningar. Förrättningsmännen genomförde denna metod direkt efter cirkelprovyteutläggningen i samma bestånd. Förrättningsmännen inventerade först fem bestånd enl nämnda subjektiva metoder, sedan genomfördes en kalibreringsövning. Avsikten med denna var att "lära" förrättningsmännen hur skog med olika värden på de undersökta variablerna ser ut. Kalibreringsövningen genomfördes i två slutavverkningsbestånd, som inventerats med vardera 24 objektivt utlagda cirkelprovytor. Efter kalibreringen inventerades ytterligare fem bestånd med samma metoder som före kalibreringen.

Förrättningsmännens inventeringsresultat jämfördes sedan med "facit". Detta "facit" utgjordes av skördardata och mätbeskedsdata från VMF. Bestandsarealerna uppmättes med hjälp av kontinuerlig GPS-mätning för att få säkrare facit än punktpollettsmätning ger. Utifrån inventeringsresultaten genomfördes också utbytesberäkningar enl Ollas från hoftningen och teoretisk aptering av de inklavade träden på de subjektivt utlagda cirkelprovytorna.

Av de två subjektiva metoderna visade sig hoftningen i genomsnitt uppskatta volymen bäst i enskilda bestånd. För uppskattning av totala volymen, om alla bestånd slås samman, fick metoderna däremot omvänd rangordning. För uppskattning av stammar/ha gav de subjektiva cirkelprovytorna en något bättre skattning. För trädslagsblandningen var metoderna likvärdiga. Kalibreringsövningen tycktes inte ha någon effekt på förrättningsmännen för uppskattning av någon av de undersökta variablerna. I den subjektiva cirkelytemetoden verkar det för samtliga variabler sakna betydelse om förrättningsmännen lagt ut en, två eller tre ytor. För den objektiva cirkelytemetoden är dimensioneringen av inventeringen helt avgörande för hur bra skattningarna blir. Det är inventeringskostnaden som sätter gränsen. I det här arbetet har jag också utifrån en överslagsmässig tidsstudie försökt sätta kostnad i form av tid för de olika metoderna.

Enl min mening går det inte att endast utifrån den här studien avgöra vilken metod som är mest lämplig att använda i Swiss. För detta beslut krävs mer fakta om omständigheterna utanför skogsbestånden. Beslutet är ytterst en avvägning mellan informationens värde och kostnaden att samla in den. I Västra skogsägarnas fall är kanske dessutom mätningen av beståndsarealerna ett större bekymmer än valet av inventeringsmetod. Beståndsarealerna utgör sannolikt en minst lika stor felkälla som skattningen av beståndsvariabler.

Summary

Information about management units is crucial for planning the flow of wood raw materials and to facilitate the delivery of the right wood quantity at the right time according to contractual requirements. It is also crucial for estimating the contractor's payment. The forest owner association Västra Skogsägarna is now developing a felling plan system, called Swiss, to manage their planning problems. The system should contain routines for measuring tree variables and other stand variables like terrain transport distance, inclination etc.

This study is restricted to examination of tree variables in final-felling stands by three different inventory methods. Two methods are subjective and have been investigated by field trials in twelve final-felling stands in the east of Värmland. The two subjective methods were ocular inspection and inventory of subjective circular plots. The third method is an objective circular sample plot method. It was examined by a literature survey. The variables examined in the three methods were softwood timber volume, composition of the stand and the number of stems per hectare.

The surveyor's task in the subjective plot method was to find one to three plot centres in the stands with representative values of the variables under investigation. The same variables were also recorded in the same stand with the ocular inspection method immediately after. The surveyors first measured five stands according to the mentioned methods, then they practiced a cast training. This exercise's intention was to teach the surveyors the visual characteristics of stands with different variable values. Cast training occurred in two final-felling stands which had been measured with 24 objective circular sample plots each. The surveyors then measured a further five stands with the same methods as before the cast training.

The inventory results were then compared with the key values. These key values were compiled from values obtained from the harvester and the timber measurement association. The stand areas were measured by differential GPS to get accurate area estimates. An out turn calculation was made from the inventory results for the ocular inspection study according to Ollas formulas. For the subjective circular plot study a theoretical laying off of the trees into log lengths was made.

For single stands the ocular inspection method was better than the subjective circular plot method regarding the stand volume. For the total volume for all stands, the subjective circular plot method was the best. To estimate the number of stems per hectare the subjective circular plot method was the best. The subjective methods were equivalent for the composition of the stands. The cast training seemed to not have any effect on the surveyors' performance, for any of the variables examined. Results based on one, two or three circular plots were not significantly different. For the objective circular sample plot method the number of plots is crucial to good estimations. This method is limited by its cost. In this study I have also tried to roughly calculate the costs of the three methods by a time measurement study.

In my opinion it is not possible to conclude, from these results, which method is suitable to use in Swiss. That decision requires more facts about the circumstances outside the stands. The decision is ultimately a balance between the value of the

information and the costs to collect it. The areal measurement is perhaps a larger problem in Västra Skogsägarnas case than the choice of inventory method. The error in standareas is probably at least as large as the error in the stand variable estimations.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING	9
1.1 BAKGRUND.....	9
1.2 SYFTE	9
2 MATERIAL OCH METODER.....	11
2.1 AVGRÄNSNINGAR	11
2.2 BESKRIVNING AV FÄLTSTUDIEN	12
2.2.1 Subjektiv ytutläggning	12
2.2.2 Hofning	12
2.2.3 Tid för ytutläggning	12
2.2.4 Kalibreringsbestånden.....	13
2.2.4.1 Framtagning av data.....	13
2.2.4.2 Kalibreringen	14
2.2.5 Hofning med stödmätningar	14
2.2.6 Mätning på subjektiva ytor	14
2.2.7 Arealmätning	14
2.3 BERÄKNINGAR AV INVENTERINGSRESULTATEN	16
2.3.1 Enhetsomvandlingar och jämförelser.....	16
2.3.1.1 Volym	16
2.3.1.2 Stammar / ha	16
2.3.1.3 Trädslagsblandning	17
2.3.2 Utbytesberäkning från hofningsresultaten.....	17
2.3.2.1 Indata	17
2.3.2.2 Utdata.....	18
2.3.3 Utbytesberäkning från subjektivt utlagda ytor.....	18
2.3.3.1 Beräkning av höjden	18
2.3.3.2 Beräkning av krongränshöjden	19
2.3.3.4 Rotstockens kvalitet	19
3 RESULTAT.....	21
3.1 VOLYMSKATTNINGEN	21
3.2 SKATTNING AV STAMMAR/HA	22
3.3 SKATTNING AV TRÄDSLAGSBLANDNINGEN.....	23
3.4 KALIBRERINGSBESTÅNDEN	24
3.5 JÄMFÖRELSE AV SORTIMENTSFÖRDELNING	24
3.6 TIDSSTUDIEN	30
3.7 REDOVISNING AV LITTERATURSTUDIEN	31
4 DISKUSSION.....	33
4.1 INVENTERINGSMETODERNA	33
4.2 SUBJEKTIV ELLER OBJEKTIV METOD	35
4.3 AREALMÄTNING	35
4.4 FELKÄLLOR I FACIT	35
REFERENSER.....	37

Bilaga 1	Förklaring av facktermer.
Bilaga 2	Fältblankett.
Bilaga 3	Instruktion till subjektiv ytutläggning.
Bilaga 4	Sammanfattning i tabellform av inventeringsresultat och facit.
Bilaga 5	Sammanställning av inventeringsresultaten i kalibreringsbestånden

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I allt kommersiellt företagande finns en strävan efter att skapa de varor och tjänster som marknaden efterfrågar och kanske viktigast av allt att tjäna pengar på detta. Skogsnäringen är inget undantag. För att skapa efterfrågad mängd och kvalitet på varorna (i det här fallet pappersmassa, papper, sågade trävaror etc) krävs rätt mängd och kvalitet på råvaran. För att klara detta behövs information om råvarulagret, dvs skogsbestånden (Djurberg 1996).

Skogsägarföreningen Västra Skogsägarna, som är uppdragsgivare till detta arbete, jobbar mot avtalade virkeskvoter till olika industrier. Hur skall kvoten kunna uppnås och inte överskridas inom avtalad tid? Information om gallrings och slutavverkningsbestånd är givetvis en förutsättning. Var går det att få fram de efterfrågade volymerna och sortimenten? Hur mycket tid är det motiverat att lägga på inventering, för att få önskad noggrannhet, och vilka inventeringsrutiner skall användas?

Föreningen äger ingen skog själva vilket komplicerar planeringen, eftersom det inte finns några beståndsregister, att ta stöd från. Ibland finns skogsbruksplaner. Volymuppskattningen per bestånd är vanligen inte tillräckligt noggrann i dessa. Planeringen för att uppnå kvoterna kompliceras naturligtvis också av att vissa bestånd måste avverkas på tjälad mark och att vägar stängs av för tung trafik i tjällossningen etc.

Västra Skogsägarna har för avsikt att skapa ett avverkningsplaneringssystem Swiss, som skall användas för att klara ovan nämnda leveranskvoter. Det skall också användas för bortsättning till entreprenörerna. Idag inventeras bestånden med rent okulära metoder (hoftning). Metoden är snabb och därmed billig, men ger ibland för höga felkattningar. Andra subjektiva metoder kan kanske ge bättre noggrannhet, men frågan är hur de skall utformas och hur tidskrävande de är. Objektiva metoder har Västra Skogsägarna, åtminstone hittills, ansett vara för tidskrävande och därmed för dyra.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att kunna presentera noggrannhet och tidsåtgång (kostnad) för tre olika inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. Två av dessa metoder är subjektiva och undersöks med fältförsök. Den tredje är objektiv och redovisas utifrån en litteraturstudie. Det är också min förhoppning att någon av rutinerna skall kunna användas i Swiss.

2 Material och metoder

Studien består av tre inventeringsmetoder, "hoftning", inventering av subjektivt utlagda provvytor och inventering av objektivt systematiskt utlagda provvytor.

Metoderna hoftning och inventering av subjektivt utlagda provvytor har genomförts under våren 1997 i form av en fältstudie i tolv slutavverkningsbestånd inom Kristinehamns och Karlskoga skogsbruksområden. Skogsägarföreningen har ställt fyra förrättningsmän till förfogande. Jag har också själv agerat femte förrättningsman i metoden med subjektiv ytutläggning, dock inte i hoftningsfasen beroende på bristande erfarenhet av hoftning. Hoftningen har i samtliga bestånd genomförts efter cirkelprovyteutläggningen. Inventeringen har först genomförts i fem bestånd. Förrättningsmännen har sedan genomgått en kalibreringsövning i två bestånd. Tanken är att förrättningsmännen genom att besöka kalibreringsbestånden och olika ytor i bestånden skall "lära sig" hur skog med en viss volym, medeldiameter, trädslagsblandning etc ser ut (Ståhl 1992). Efter kalibreringen har ytterligare fem bestånd inventerats. Studien är beskriven moment för moment i kronologisk ordning under avsnitt 2.2.

Som facit till inventeringsresultaten användes skördardata och mätdata från virkesmätningsföreningen. De senare är antagligen ett bättre facit för de sortiment som mäts in travat. För mätning av de sortiment som mäts stockvis är mätprecisionen lika god vid inmätning i sågverket som i skördaren (Adolfsson & Berg 1992, von Essen & Sondell 1996), under förutsättning att utrustningen är rätt kalibrerad. Noggrannheten i arealmätningen är avgörande för noggrannheten i dessa facitvärden. Arealmätningen beskrivs under avsnitt 2.2.7. Under avsnitt 2.3 redovisas hur inventeringsresultaten av bestandsvariabler och arealer använts i jämförelsen med facit. Där finns också beskrivning av hur inventeringsresultaten från de två metoderna utbytesberäknats med teoretisk aptering.

Inventeringsmetoden med systematiskt objektivt utlagda provvytor är en ren litteraturstudie och finns redovisad i resultatdelen.

2.1 Avgränsningar

Studien begränsas till slutavverkningsbestånd. Skogsägarna behöver naturligtvis uppgifter om hur mycket virke det blir i gallringsbestånd också. Detta ryms dock inte inom detta exmensarbete. Avverkning i gallringsbestånd är troligen svårare att uppskatta beroende på att det kan råda delade meningar om vilka träd som skall lämnas kvar.

Osäkerheten om vilka träd som blir kvar efter avverkning har också fått mig att begränsa studien till att omfatta endast gran och tall. Det är ju inte så lätt att veta hur många lövträd entreprenören kommer att spara som naturvård. Risken finns att jag och entreprenören inte gör samma bedömning och resultatet av uppskattningen blir missvisande. I kalibreringsbestånden har jag däremot även klavat in lövträd i den mån

det fanns några. Dessa har endast använts i kalibreringsövningen och finns inte redovisade i sortimentsutfallet från dessa bestånd. I de flesta av bestånden var det tillsagt att fröträd skall lämnas. Vid klavningen har jag därför försökt bedöma vilka träd som kommer att bli fröträd. Dessa träd har inte klavats.

Om resultaten på ett statistiskt korrekt sätt skall kunna betraktas som generella måste slutavverkningsbestånden och förrättningsmännen, som skall ingå i studien, vara framlottade ur den population vi vill uttala oss om. Detta innebär att om studien skall kunna betraktas som generell för inventeringen av slutavverkningsbestånd hos Västra Skogsägarna måste förrättningsmän och bestånd lottas fram bland alla slutavverkningsbestånd och förrättningsmän hos Västra Skogsägarna. Detta lottningsförfarande har jag inte kunnat genomföra, såväl förrättningsmän som slutavverkningsbestånd har varit givna.

2.2 Beskrivning av fältstudien

2.2.1 Subjektiv ytutläggning

Varje förrättningsman placerade ut en till tre centrumstickor i vart och ett av fem slutavverkningsbestånd. Tanken är att stickorna skall placeras på platser som är så representativa som möjligt för beståndet. Förrättningsmännen fick också möjlighet att vikta ytorna genom att ange hur många procent varje yta skulle representera av beståndet. Skrevs inga procentsatser antogs alla ytor väga lika tungt (se instruktion för subjektiv ytutläggning bilaga 3). Provytorna inventerades sedan enl indelningspaketets basmetod. (se stycket 2.2.4.1).

2.2.2 Hoftning

Varje förrättningsman hoftade också de fem bestånden. Med hoftning menas rent okulär uppskattning, men också rätt att göra de stödmätningar, med relaskop, höjdmätare etc, som han finner motiverade. Det visade sig att förrättningsmännen valde att inte göra några stödmätningar. De parametrar som samlades in genom hoftning var trädslagsblandning, stamantal, aritmetisk medeldiameter och volym. Den aritmetiska medeldiametern och volymen specificerades för varje trädslag (se fältblankett för hoftning bilaga 2).

2.2.3 Tid för ytutläggning

Varje förrättningsman tog tid på sig själv under den subjektiva ytutläggningen, men inte under hoftningen. Tiden är viktig för att få en kostnad på inventeringen. Det hade därför varit bra att även ta en tid och därmed en kostnad för hoftningsförfarandet. Detta har jag dock ansett ogörligt inom ramen för det här examensarbetet, eftersom det hade krävts fler förrättningsmän då. Samma förrättningsmän kan nämligen inte

genomföra både den subjektiva ytutläggningen och hoftningen i en sådan studie. Det skulle inte finnas någon möjlighet att utröna hur mycket tid som skall belasta respektive metod vid ett sådant förfarande, eftersom förrättningsmannen har nytta av sina intryck vid ytutläggningen när hoftningen skall genomföras eller tvärtom, beroende på vilken metod som genomförs först. I den här studien har hoftningen alltid genomförts efter den subjektiva ytutläggningen. Således har det inte varit möjligt att ta tid på hoftningen.

2.2.4 Kalibreringsbestånden

2.2.4.1 Framtagning av data

För att undersöka om det finns en utbildningseffekt, en möjlighet att få förrättningsmännen att bli bättre skogsuppskattare, genom att studera uppmätta referensytor, valde jag att använda två av bestånden för kalibrering. Dessa kalibreringsbestånd uppskattades med objektivet systematiskt utlagda provytor. Avståndet mellan ytorna (förbandet) beräknades med följande formel.

$$F = \sqrt{A / N}$$

där F = förbandet
A = beståndsarealen
N = antalet provytor

Beståndsarealen tog jag i detta skede fram med hjälp av punktpollet, eftersom jag ännu inte hade tillgång till den bättre skattade arealen (se stycke 2.2.7), som användes sedan vid volym-skattningen. Målet var att ca 25 provytor till någon del skulle hamna inom beståndet. Ytor som hamnade i beståndskanter speglades (se spegling bilaga 1). Startpunkt och kompassriktning mellan ytorna lades ut slumpmässigt.

Cirkelprovytorna inventerades enligt indelningspaketets basmetod (Jonsson och Kallur 1995) med en radie av 10 meter. På ytorna klavades samtliga träd i brösthöjd och trädslaget registrerades. Programmet tar slumpmässigt ut provträd bland klavträden med en sannolikhet proportionell mot varje träds grundyta. På provträden mättes höjd, krongränshöjd och barktjocklek. Kvalitén på rotstocken bedömdes också på provträden. På varje provyta bedömdes ståndortsindex och grundytevägd kvalitet. Ståndortsindex bedömdes dock hoftningsmässigt, eftersom inga träd borrades. Medelåldern på provytan uppskattades också utan att något träd borrades. Den grundytevägda kvalitén bedömdes trädslagsvis som ett tal mellan 10 och 40 där 10 indikerar högsta kvalitet och 40 lägsta. Efter inmätning av samtliga provytor, beräknades skogstillståndet på provytorna och för hela beståndet enligt indelningspaketets rutin (Jonsson, Jacobsson och Kallur 1993).

2.2.4.2 Kalibreringen

Från början var det min mening att förrättningsmännen skulle försöka finna den mest representativa ytan i beståndet. Men vi valde att istället besöka ytor i beståndet och de fick försöka uppskatta olika parametrar på ytan (främst volymen) och jag gav svar utifrån klavningen. Vi besökte framförallt ytor med extremvärden.

Efter kalibreringsövningen genomfördes utplacering av subjektiva ytor och hoftning i ytterligare fem bestånd enl samma rutin som före kalibreringen.

2.2.5 Hoftning med stödmätningar

Det visade sig att ingen valde att använda några hjälpmedel vid hoftningen. När tre bestånd återstod fick jag därför idén att varje förrättningsman förutom ytutläggning och hoftning också skulle redovisa hoftningsparametrarna sedan höjdmätare och relaskop använts. Detta försöksled genomfördes dock bara på två av de återstående bestånden. I det tredje beståndet, som var tvåskiktat (gran under tall) var sikten så dålig att tillförlitlig relaskopsmätning i det närmaste var omöjlig.

2.2.6 Mätning på subjektiva ytor

Mätningen av de subjektivt utlagda provytorna genomfördes enligt samma rutin som mätningen av de objektivt systematiskt utlagda provytorna i kalibreringsbestånden. För att få en uppfattning om mätkostnaden krävs tidtagning under mätningen. Det finns studier, som visar hur lång tid det tar för en arbetskraft att mäta en provyta. Tyvärr finns ingen tidsstudie på mätning av provytor där endast de mätningar som jag genomfört ingår. Vidare finns ingen uppdelning av tidsåtgången på varje enskilt moment så det går inte att summera tider för de moment som ingår. För att ändå få någon måttid valde jag att ta tid på mig själv i de sista bestånden som mättes. Jag borde då ha fått lite rutin i arbetet, men kan ändå inte betraktas som en van förrättningsman.

2.2.7 Arealmätning

Alla variabler i samtliga försöksled har uppskattats per hektar. Kartorna över avverkningstrakterna kommer i de flesta fall från gamla skogsbruksplaner eller är inritade på ekonomiska kartan (skala 1:10 000). Det är osäkert hur väl kartans beståndsgräns stämmer överens med den verkliga beståndsgränsen. Ibland sker också avverkningar över beståndsgränser eller bestånd delas upp.

För att få en bättre uppskattning av arealen valde jag att mäta denna med hjälp av navigeringssystemet NAVSTAR - GPS. Jag har följt beståndsgränserna runt hela bestånden med en GPS - mottagare, som kontinuerligt registrerat mätpunkter. Det som

mäts är den tid det tar för radiovågor att gå mellan mottagaren och fyra satelliter. Radiovågor går med ljusets hastighet. Ur detta tids, hastighetssamband går det att räkna ut mottagarens position, eftersom satelliternas positioner är kända vid utsändandet av signalerna. Teoretiskt skulle det vara tillräckligt om avståndet mellan mottagaren och tre satelliter var känt för att bestämma mottagarens position i tre dimensioner, longitud, latitud och altitud. Detta gäller dock endast under förutsättning att satelliternas atomur och mottagarens klocka är synkroniserade. Genom att mäta avståndet till fyra satelliter går det att korrigera felet som uppstår på grund av osynkroniserade klockor och få en tredimensionell positionsbestämning.

NAVSTAR - GPS har utvecklats och ägs av USAs försvarsmakt. För att försvåra för andra som vill använda systemet har de lagt på en störning (SA - effekten), som försämrar noggrannheten i mätningarna. Det går dock att förbättra noggrannheten genom att tillämpa relativ mätning. Vid relativ mätning används ytterligare en mottagare, som finns på en plats med kända koordinater. Detta är en sk referensstation. Om fältmottagaren och referensstationen har kontakt med samma satelliter vid samma tidpunkt går det att korrigera för SA - effektens störningar och andra störningar i atmosfären och jonosfären. Eftersom referensstationens position är känd går det att avgöra hur störningarna påverkat signalerna. Man antar då att störningarna är likadana där fältmätaren befinner sig som vid referensstationen. Tyvärr förekommer också vissa störningar som inte går att korrigera och därmed sänker precisionen i mätningen. En sådan störning är signalreflexion, vilken innebär att en del signaler reflekteras innan de når mottagaren och således går en längre väg. Både reflekterade och icke reflekterade signaler registreras då (Hurn 1989 och 1993).

I det här examensarbetet korrigerades data med hjälp av referensstationen i Karlstad, eftersom den ligger närmast de avverkningsbestånd som ingår i försöket. I ett fall tvingades jag dock använda referensstationen från Norrköping, eftersom data från Karlstad saknades för tidpunkten då mätningen genomfördes. Skillnaden i noggrannhet beroende på detta är dock liten.

Den GPS - mätare som jag använde har en noggrannhet på +/- 5 m. Detta gör att noggrannheten i arealmätningen är beroende av vilken geometrisk form beståndet har. I ett långsmalt bestånd borde arealskattningen därför bli sämre än i ett fyrkantigt bestånd. Denna koppling mellan noggrannhet och geometri gör att det inte går att sätta någon siffra på hur bra skattad areal överensstämmer med verkligheten. Noggrannheten försämras något om mottagaren tvingas byta satelliter att pejla mot ofta. Detta inträffar då signalerna från någon satellit skyms av t.ex. ett träd. Noggrannheten borde således bli något sämre i skog än i öppen terräng (Johansson 1993). Arealmätningen blir dock genomsnittligt bättre skattad än med andra mera traditionella metoder (Hellström, C och Johansson, S. 1993).

2.3 Beräkningar av inventeringsresultaten

2.3.1 Enhetsomvandlingar och jämförelser

2.3.1.1 Volym

För att kunna göra en jämförelse mellan hoftade volymer, volymer från de subjektivt utlagda ytorna, skördarvolym och mätbeskedsvolym måste dessa omvandlas till samma måttslag. Jag valde att göra jämförelsen i m³sk/ha, eftersom det är vanligast att uppskatta stående skog i den enheten.

De hoftade volymerna var angivna i m³sk/ha och behövde därför inte omvandlas. Volymerna från de subjektiva cirkelprovytorna hade också rätt enhet. Dessa måste dock i vissa fall viktas enligt förrättningsmannens önskemål innan de blev jämförbara.

Skördardata var i vissa fall angivna i m³fub i andra fall som m³fpb. Dessa omvandlades med hjälp av omföringstal för rundvirke (PS 1994). I tabellen fanns tal för klena, medel och grova dimensioner. Jag valde här att använda talet för medel med tanke på att det finns alla dimensioner i slutavverkningsträd. Jag valde också att använda omföringstalet för gran på hela volymen, eftersom bestånden var grandominerade och det endast skilde en hundradel, eller en siffra i andra decimalen, mellan omföringstalet för gran och tall. Det rådde dessutom en viss osäkerhet om relationerna mellan gran och tallvolym, eftersom tallar i vissa fall registrerats som granar i skördarrapporten.

I mätbeskeden redovisades timmer och vänerblock i m³to övriga sortiment i m³fub. Jag använde samma omföringstabell som för skördardata, men skilde nu på tall och gran. För massaved och vänerblock användes talet för klena respektive grova. För övriga sortiment användes talet för medel.

I några av bestånden gjordes också vissa mindre avdrag eller tillägg till volymerna enligt instruktioner från skogsägarna. Det kunde vara träd avverkade utanför beståndet, volymer som fanns med i skördardata men ej i mätbeskeden eller tvärtom.

Skördarvolymer och mätbeskedsvolymer dividerades sedan med den GPS mätta arealen. I bestånd sju ökades arealen med ytterligare 0,3 ha enligt skogsägarnas instruktioner.

2.3.1.2 Stammar / ha

Som facitvärde för stammar/ha använde jag skördardata dividerad med GPS mätt areal. I bestånd två innehöll skördarrapporten träd avverkade utanför beståndet. Jag tvingades därför göra justeringar för detta genom att antaga att medelstammen i dessa träd innehöll lika stor volym som medelstammen i beståndet. Till bestånd ett saknades tyvärr tillförlitliga skördardata och därmed facit.

De hoftade värdena var angivna per ha och cirkelprovytevärdena viktades (se ovan).

2.3.1.3 Trädslagsblandning

I hoftningsfasen valde jag att redovisa trädslagsblandningen utifrån de hoftade volymerna och inte den hoftade trädslagsblandningen. Förrättningsmännen fick ange trädslagsblandningen på hoftningsblanketten i tiondelar av beståndsvolymen. Den uppgiften är egentligen överflödig, eftersom definitionen på trädslagsblandningen är procent av volymen. Trädslagsblandningen från cirkelprovytorna beräknades utifrån de inmätta volymerna av respektive trädslag och viktades enligt samma rutin som volymen och stammar/ha. Som facit till trädslagsblandningen användes respektive trädslags andel av totala volymen enl VMF.

2.3.2 Utbytesberäkning från hoftningsresultaten

2.3.2.1 Indata

Resultaten från hoftningen utbytesberäknades med hjälp av Ollas beståndsvisa metod (Ollas 1980). Indata som behövs för beräkningen är grundytavägd medeldiameter (ub), grundytavägd medelhöjd, minsta massavedsdiameter (cm ub), minsta timmerdiameter (cm ub) och volymen något oegentligt i enheten m³sk ub. Alla variabler skall vara specificerade per trädslag.

För att få fram grundytavägd medeldiameter multiplicerades den hoftade aritmetiska medeldiametern med förhållandet mellan grundytavägd och aritmetisk medeldiameter från den subjektiva cirkelyteinventeringen. Detta förhållande beräknades separat för varje förrättningsman och varje bestånd. Jag antog således att förhållandet på inventerade ytor motsvarar förhållandet i hela beståndet. I praktisk hoftning går det naturligtvis inte att ta stöd i någon cirkelyteinventering. Det är då bättre att även hofta den grundytavägda medeldiametern eller göra omvandling enligt någon tumregel.

Den grundytavägda medelhöjden togs från tabell med hjälp av ingångsvärden för beståndsvolym och grundyta. Vid framräkningen av grundytan tog jag också hjälp av den subjektiva cirkelyteinventeringen genom att anta förhållandet mellan volym och grundyta från den hoftade inventeringen i varje bestånd och för varje förrättningsman vara detsamma som i den subjektiva inventeringen. Eftersom den använda tabellen endast är tillämplig för hela bestånd går det inte att få grundytavägd medelhöjd trädslagsvis. Detta får troligen till följd att skattningen blir sämre i bestånd som är skiktade mellan olika trädslag t.ex. gran under tall. Ett alternativt sätt, när det inte finns tillgång till dessa cirkelyteinventerade data, är att beräkna grundytan från den grundytavägda medeldiametern och stamantalet per hektar. Denna beräkning är inte korrekt, men hela uppskattningen bygger ju på hoftade värden , vilka inte heller är så exakta.

För att beräkna volymen i m3skub användes Näslunds mindre volymfunktioner på och under bark för tall respektive gran i södra Sverige (Näslund 1947). Volymfunktionen under bark användes dock i något modifierad form, eftersom jag saknade uppgifter om krongräns. Volymen i m3skub skattades sedan genom att för varje förrättningsman och träds slag i varje bestånd multiplicera hoftad volym m3skpb med förhållandet mellan volymerna enligt Näslunds volymfunktion under bark och på bark.

2.3.2.2 Utdata

Med hjälp av Ollas metod beräknades för varje träds slag gagnvirkesandel och timmerandel av m3skub i m3fub. Metoden ger också toppformtalet, vilket kan användas till att räkna om timmervolymen från m3fub till handelsmåtten m3to.

2.3.3 Utbytesberäkning från subjektivt utlagda ytor

Resultaten från de subjektivt utlagda provytorna utbytesberäknades med dynamisk programmering (Näsberg 1985). Programmet apterar träden från de inventerade provytorna utifrån inmatade trädvariabler och prislistor. För att underlätta beräkningarna valde jag att låta alla ytor få samma vikt. Jag bortsåg därmed från förrättningsmännens viktning. Detta bedömdes ha liten betydelse för sortimentsutfallet. De trädvariabler som behövs är brösthöjdsdiameter, träds slag, höjd, krongränshöjd och rotstockskvalité för samtliga klavträd. I programmet ligger funktioner för barktjocklek (Söderberg 1992), avsmalning och formkvot (Edgren och Nylinder 1949). Uppgifter om träds slag och brösthöjdsdiameter fanns registrerade för samtliga klavträd, men höjd, krongränshöjd och rotstockskvalité fanns endast på provträden. Hur dessa räknades fram finns redovisat i kommande stycken nedan.

2.3.3.1 Beräkning av höjden

För att få höjden på samtliga träd använde jag Söderbergs höjdfunktion för gran respektive tall i södra Sverige (Söderberg 92).

Funktionerna kräver följande ingångsvariabler:

Diameter	Latitud
Åldersklass	Diameterkvot
Ståndortsindex	Tallandel av grundyta
Altitud	Granandel av grundyta

Diameterkvot, tallandel och granandel av grundyta beräknades med hjälp av diametern. Altitud och latitud hämtades från en karta. Åldersklass och ståndortsindex fanns registrerade från ytorna, men var endast hoftade (se stycket 2.2.4.1 ovan). Hoftningen bedömdes dock inte avvika mer från sant värde än att det endast fick marginell betydelse för beräkningen av höjden. Höjden enligt funktionerna visade sig

generellt vara lägre på provträden än den i fält uppmätta höjden. Funktionshöjden kalibrerades därför genom att multiplicera samtliga klavträds funktionshöjd med den genomsnittliga kvoten mellan den i fält uppmätta höjden på provträden och funktionshöjden på provträden. Denna kalibrering genomfördes enskilt för varje förrättningsman i varje bestånd.

2.3.3.2 Beräkning av krongränshöjden

Krongränshöjden beräknades med Hans Petterssons krongränsfunktioner för tall och gran (Pettersson 1997).

Funktionerna kräver följande ingångsvariabler:

Höjd
Diameter i brösthöjd
Ståndortsindex för det dominerande trädslaget på provytan
Latitud
Altitud
Grundyta
Tallandel

Som höjdvärde till funktionerna användes den uträknade höjden enl Söderberg kalibrerad med de uppmätta provträdshöjderna (se förra stycket). Jag valde att inte kalibrera krongränshöjderna från funktionerna med de uppmätta krongränshöjderna på provträden. Det gick nämligen inte att se någon generell tendens att funktionerna skulle överskatta eller underskatta krongränshöjden jämfört den i fält uppmätta.

Krongränsen definieras i Indelningspaketet som “nedersta gröna grenens fäste vid stammen. Om denna gren är skild från den övriga kronan med minst tre grenvarv, skall den ej anses tillhöra kronan. Uppflyttning får ske endast en gång (Jonsson och Kallur 1995).

Krongränshöjden och gränsen för kvalitet 2 (friskkvistvirke) sammanfaller troligen inte, eftersom det är troligt att det finns torra kvistar över krongränsen. Det kan i vissa fall förekomma torrkvist på någon sida av stammen långt över krongränsen. (Jag misstänker att detta är vanligare på gran än på tall). Dessa sätter då friskkvistvirkesgränsen. För att finna en bra schablon för denna gräns gjordes ett antal testapteringar av provytorna med olika påslag på krongränsen för att finna en modell som så bra som möjligt överensstämde med facit. Det visade sig att ett påslag med 25 procent av trädhöjden var en bra schablon.

2.3.3.4 Rotstockens kvalitet

Rotstockens kvalitet bör vara känd för att kunna utföra en teoretisk aptering. Från fältmätningarna fanns rotstockens kvalitet på provträden bedömd och en bedömd

grundytevägd medelkvalité på varje provyta. Genom att studera produktionsdata från skördaren i några bestånd försökte jag bilda mig en uppfattning om hur stor ungefärlig andel av virket som bör hamna i olika kvalitésklasser. Jag gjorde sedan en funktion som slumpade ut kvalitén på samtliga träds rotstockar på provytorna. Avgörande för med vilken sannolikhet rotstockarna kunde hamna i olika kvalitésklasser var den skattade grundytevägda medelkvalitén för respektive trädslag på provytorna. Detta är en mycket subjektiv variabel, men bedömdes vara tillräckligt bra för ändamålet. Jag valde att inte använda den bedömda rotstockskvalitén på provträden, eftersom den kan vara missvisande när det är relativt få provträd per bestånd. Det kan ju hända att provträden avviker mycket från genomsnittsträdet. I den grundytevägda medelkvalitén skall åtminstone alla träd på provytan vara representerade. Funktionen gjordes mycket grov med endast två alternativa rotstockskvalitéer för gran och tre för tall. Dessa var följande:

För tall

- 0 Sämre än kvalité 4
- 1 Kvalité 4
- 2 Kvalité 3 eller bättre.

För gran

- 0 Sämre än kvalité 3 .
- 1 Kvalité 3 eller bättre.

I apteringsprogrammet antas trädet hålla den angivna rotstockskvalitén upp till friskkvistvirkesgränsen. Det är därför motiverat att slå ihop de bättre rotstockskvalitéerna i indata till uppsamlingsklasser. I annat fall skulle träd med högsta rotstockskvalité ge ett orealistiskt gott utfall.

3 Resultat

3.1 Volymskattningen

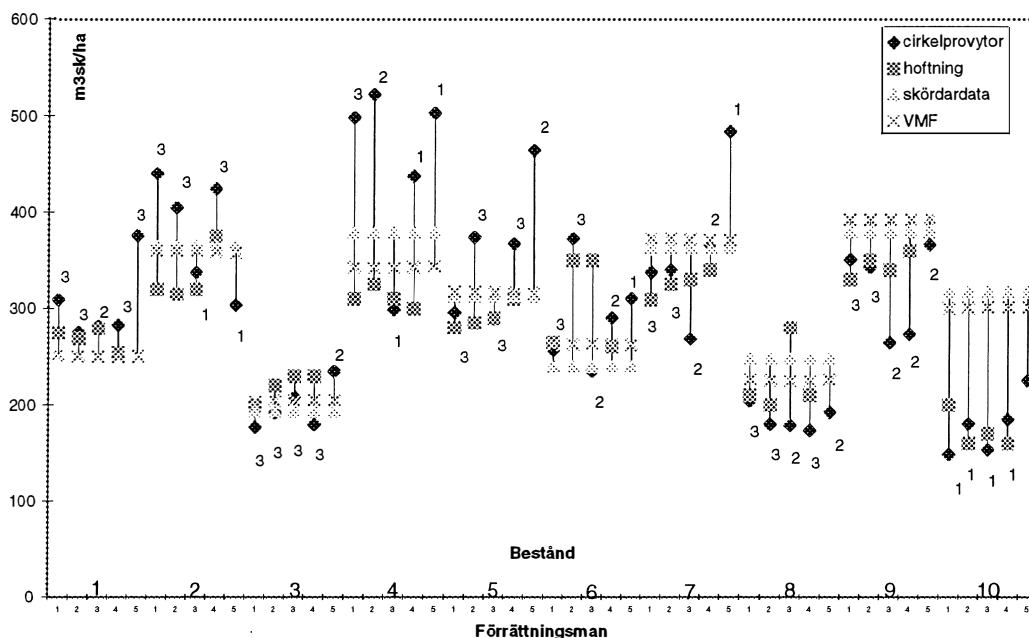


Diagram 1. Resultatet av volymuppskattningen. Y-axeln anger volymen i m3sk/ha. X-axeln anger bestånd (1 - 10) och förrättningsman (1 - 5). Siffrorna (1 - 3) i anslutning till volymsmarkeringarna från cirkelytorna anger hur många ytor respektive förrättningsman lagt ut.

Det går inte utifrån resultatet att statistiskt säkerställa någon rangordning mellan metoderna eller förrättningsmännen generellt. Det hade då krävts ett större antal bestånd eller att avvikelserna från sant värde varit mindre. Det går dock att uttala sig om utfallet i de inventerade bestånden.

Det förefaller då som att hofningen skulle ge ett bättre resultat än de subjektiva cirkelprovytorna i enskilda bestånd. Cirkelprovytorna har i ett antal fall givit våldsamma över eller underskattningar. I några fall avvikelser över 150 m3sk/ha från VMF-facit. Med hofningsmetoden underskattades volymen i genomsnitt med 22,5 (29,6)*¹ m3sk/ha, sett över alla förrättningsmän och alla bestånd, med en standardavvikelse på 50,6 (60,1) m3sk/ha (se standardavvikelse bil 1). Med cirkelprovytemetoden överskattades volymen med i genomsnitt 0,4 (-8) m3sk/ha, sett över alla förrättningsmän i alla bestånd, med en standardavvikelse på 81,4 (82,9) m3sk/ha. De subjektiva cirkelprovytorna gav således en bättre skattning av den totalt avvercade volymen sammanräknat.

Bestånd 1 - 5 uppskattades före kalibreringsövningen, bestånd 6 - 10 efter kalibreringsövningen. Jag kan inte se att kalibreringen hade någon inverkan på

¹ Siffrorna inom parantes avser skördardata som facitvärde.

förrättningsmännen.

Det verkar inte heller spela någon roll hur många cirkelprovytor som lagts ut. Att lägga ut en yta verkar inte ge sämre resultat än att lägga ut två eller tre.

Bestånd åtta och nio inventerades med ett särskilt försöksled, där förrättningsmännen skulle använda höjdmätare och relaskop. Detta gav så små avvikelser från hoftningen, där det visserligen också var tillåtet att använda dessa hjälpmedel, att jag inte tycker det finns någon anledning att presentera resultaten.

Att bestånd tio var svåruppskattat förstod vi redan ute i skogen. Det var tvåskiktat och inte något typiskt slutavverkningsbestånd. Samtliga förrättningsmän har här med båda metoderna underskattat volymen kraftigt.

Vad gäller rangordning av förrättningsmännen i hoftningsfasen så verkar förrättningsman fyra vara i genomsnitt bäst i det här försöket. Han kan därmed inte generellt sägas vara en bättre volymuppskattare än de övriga. I försöksledet med subjektiva cirkelprovytor kan jag inte se att någon utmärker sig speciellt.

3.2 Skattning av stammar/ha

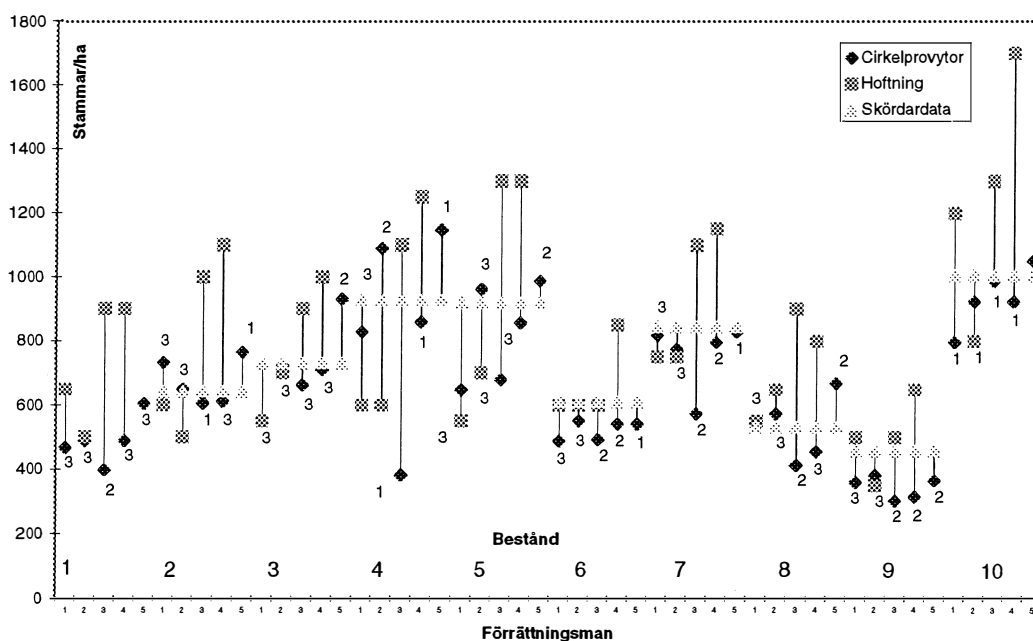


Diagram 2. Resultatet av skattningen av stammar/ha. Y-axeln anger stammar/ha. X-axeln anger bestånd (1 - 10) och förrättningsman (1 - 5). Siffrorna (1 - 3) i anslutning till markeringarna för stammar/ha från cirkelytorna anger hur många ytor respektive förrättningsman lagt ut.

*Tyvärr finns inget facit till bestånd ett, eftersom tillförlitliga skördardata saknas.

De subjektiva cirkelprovytorna verkar ge en bättre skattning av antalet stammar/ha än hoftningen. Hoftningen har i genomsnitt överskattat antalet stammar/ha med 93,7 med standardavvikelsen 248,2 stammar/ha sett över alla förrättningsmän och alla bestånd. Motsvarande siffror för den subjektiva cirkelyteinventeringen blev en underskattning med 55,7 stammar/ha med standardavvikelsen 133,3 stammar/ha. Förrättningsman två har i genomsnitt lyckats bäst med cirkelyteutläggningen. Förrättningsman fyra verkar hofta något sämre än övriga.

Kalibreringen och antalet utlagda cirkelprovytor/förrättningsman verkar inte heller för skattningen av antalet stammar/ha ha någon betydelse.

3.3 Skattning av trädslagsblandningen

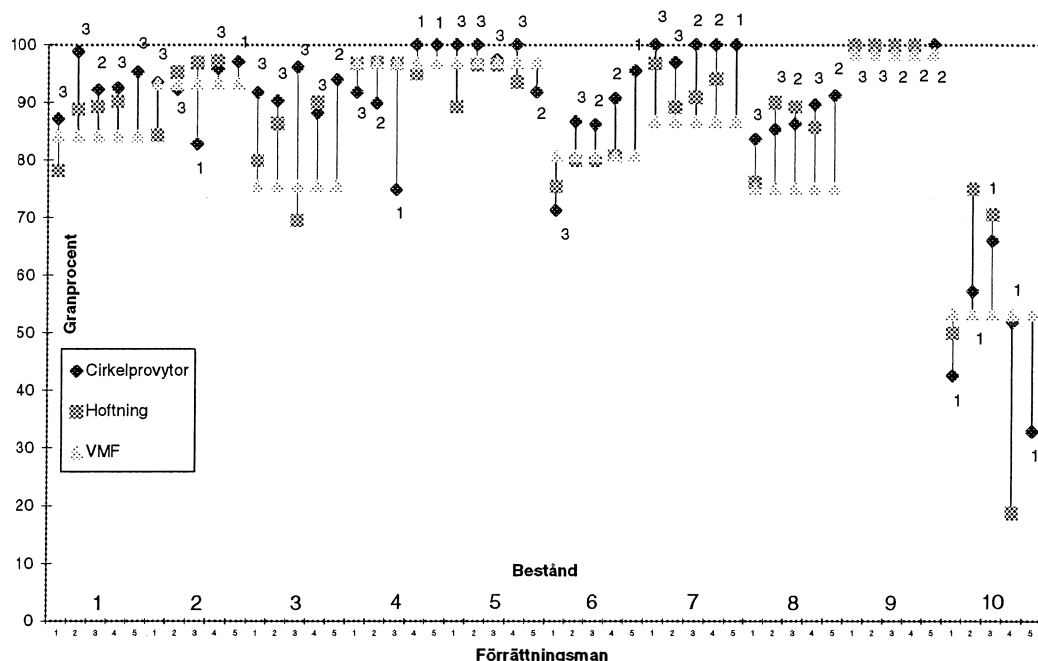


Diagram 3. Resultatet av skattningen av trädslagsblandningen. Y-axeln anger andelen gran av avverkat virke. X-axeln anger bestånd (1 - 10) och förrättningsman (1 - 5). Siffrorna (1 - 3) i anslutning till markeringarna för granandel från cirkelytorna anger hur många ytor respektive förrättningsman lagt ut.

Hoftnings och cirkelytemetoderna verkar vara likvärdiga när det gäller trädslagsblandningen. Förrättningsmännen är tämligen likvärdiga möjligen ett litet plus för förrättningsman två. Kalibreringen och antal utlagda cirkelprovytor/förrättningsman saknar också här betydelse.

3.4 Kalibreringsbestånden

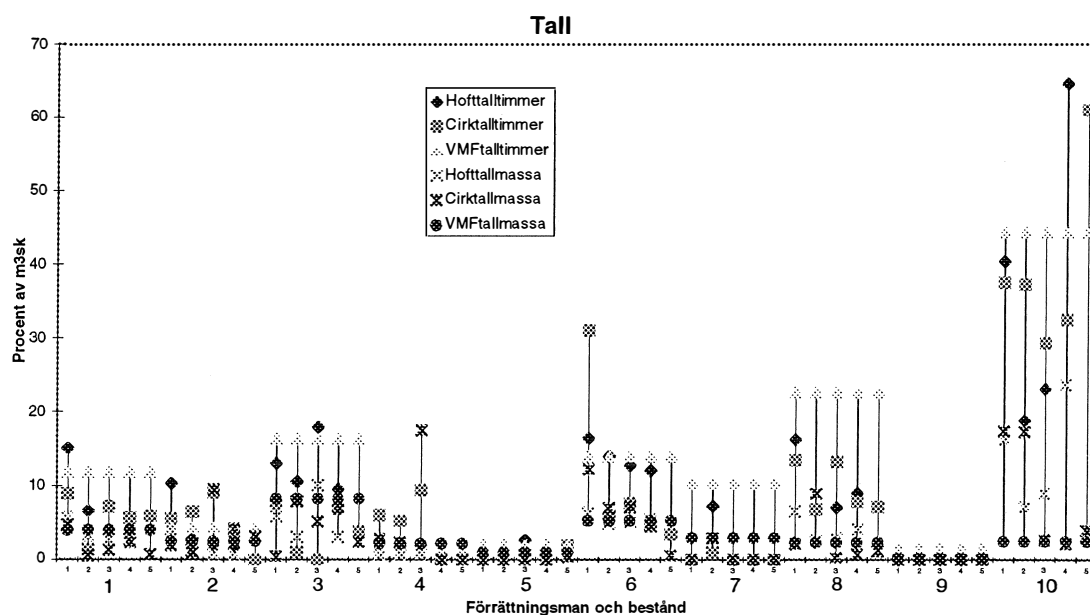
Tabellen nedan visar en sammanställning av volymskattningen av kalibreringsbestånden tillsammans med verkligt utfall. För bestånd 11 ligger skördardata inom ett 67 %-igt konfidensintervall och VMF-data inom ett 95%-igt konfidensintervall (se konfidensintervall bil 1.). För bestånd 12 ligger båda värdena inom ett 67%-igt konfidensintervall. För mer detaljerad information om kalibreringsbestånden se bilaga 5. Jag har möjligen lagt bestandsgränsen lite väl nära stammen på de yttersta träden i kalibreringsbestånden. Detta har fått till följd att volymen på spegelytorna kanske är något för hög. Detta märks speciellt i bestånd 11, eftersom det har många speglade ytor. Att lägga ut bestandsgränsen vid spegling är faktiskt ett subjektivt moment i den objektiva inventeringen. Speglingproblematiken borde emellertid inte stört förrättningsmännen i kalibreringen, eftersom vi endast besökte icke speglade ytor.

Best	Areal	Cirkelytor	Medelfel Cirkelyteinv	Skördardata	VMF
11	1.89	*496	24.06	477	464
12	3.29	401	19.88	396	412

*Volymen/ha beräknat på endast icke speglade ytor blir 448 m3sk.

Tabell 1. Sammanställning av volymskattningen i kalibreringsbestånden tillsammans med skördardata och VMF-data. Arealen är angiven i ha, volymerna i m3sk/ha, medelfelet i m3sk/ha (För information om fler variabler och data från enskilda ytor se tabell 4 och 5 bilaga 5) (se medelfel bil 1.).

3.5 Jämförelse av sortimentsfördelning



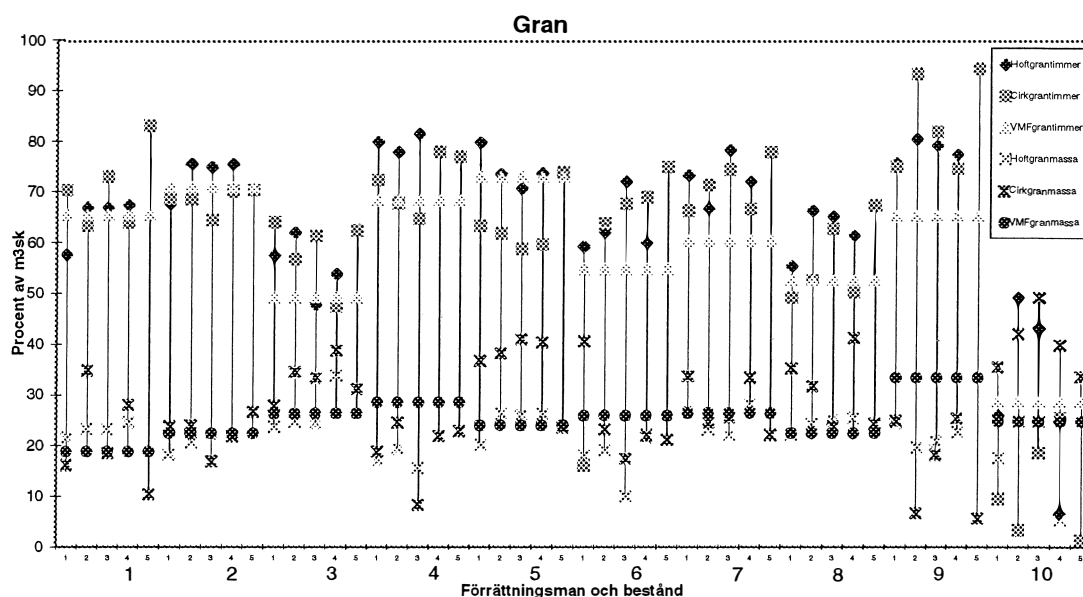


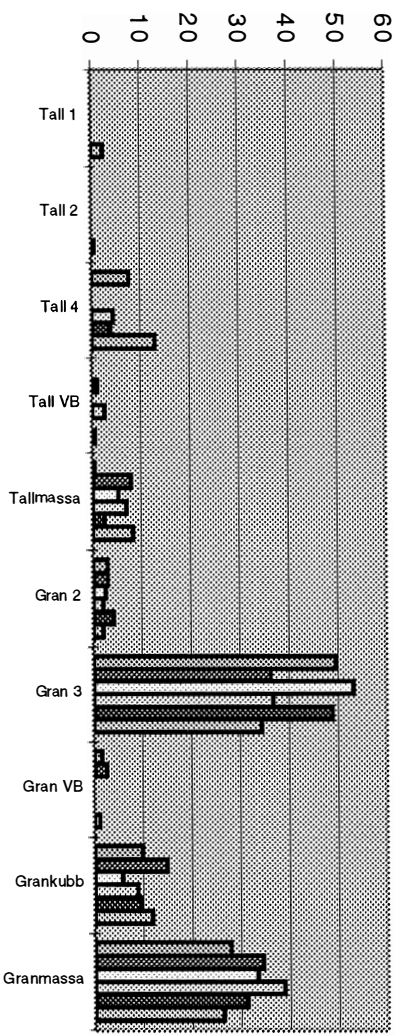
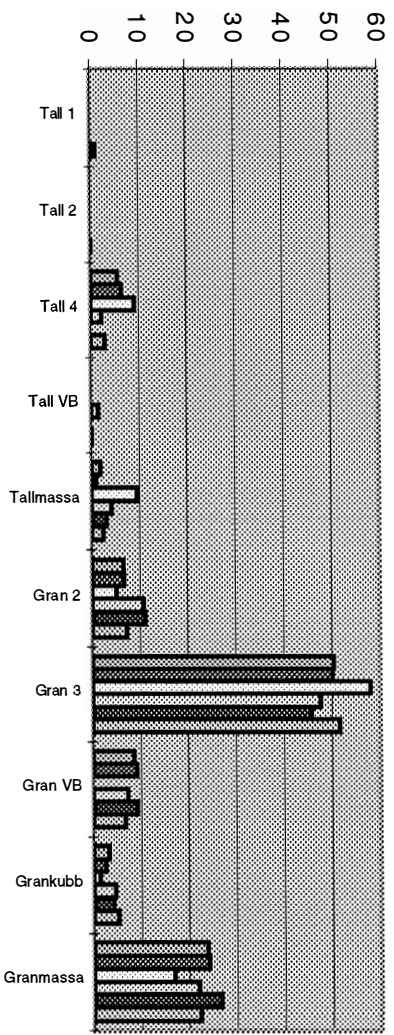
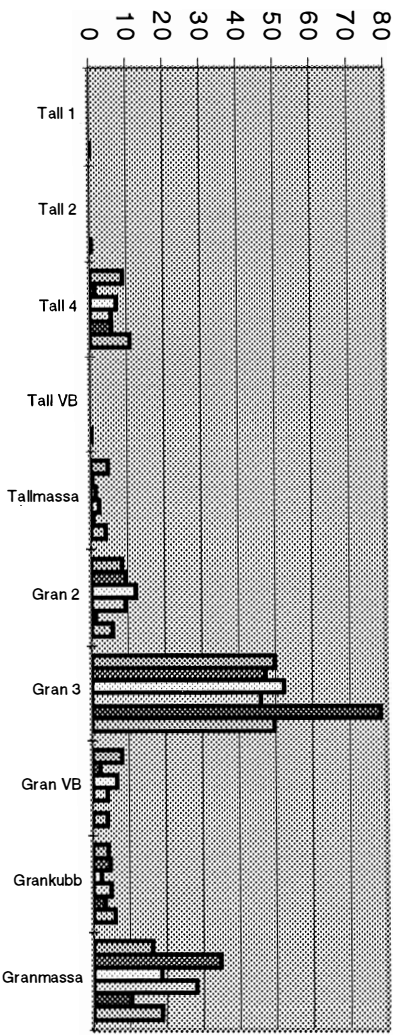
Diagram 4. Jämförelse mellan utfall av timmer och massaved mellan inventeringsmetoderna och VMF - data för förrättningsman (1 - 5) i bestånd (1 -10).

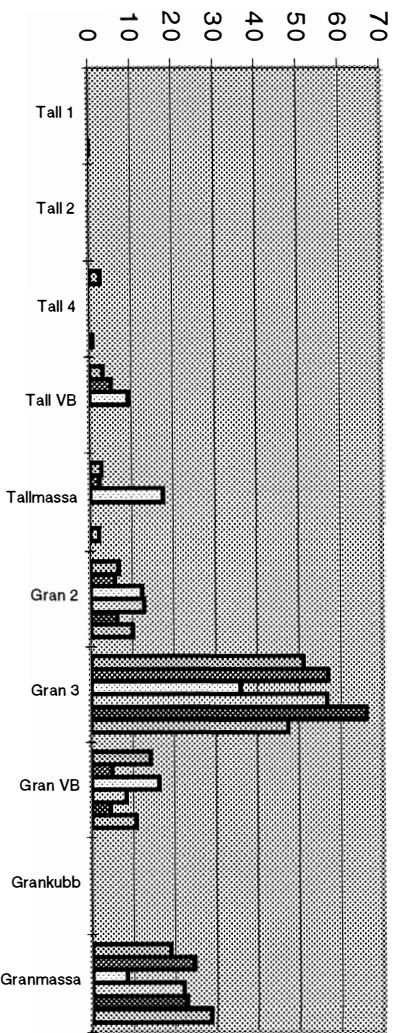
I den övre delen av diagrammet redovisas talltimmer och tallmassavedsvolym i procent av totalt avverkad volym i m3sk för utfall enl, Ollas från hoftningsresultaten, dynamisk programmering från cirkelprovytorna och verkligt utfall enl VMF. Kubb och vänerblock räknas som timmersortiment. Den undre delen visar samma sak, men för gran. Fiberskivved räknas här som granmassaved.

Resultatet är i diagrammen visuellt mycket svårtolkat. Spridningen i resultatet från hoftningen är en följd av den hoftade trädslagsblandningen, medeldiametern etc (se stycket 2.3.2). Spridningen i resultaten från den subjektiva cirkelyteinventeringen är en följd av vilka träd som hamnade inom cirkelprovytan etc (se stycke 2.3.3).

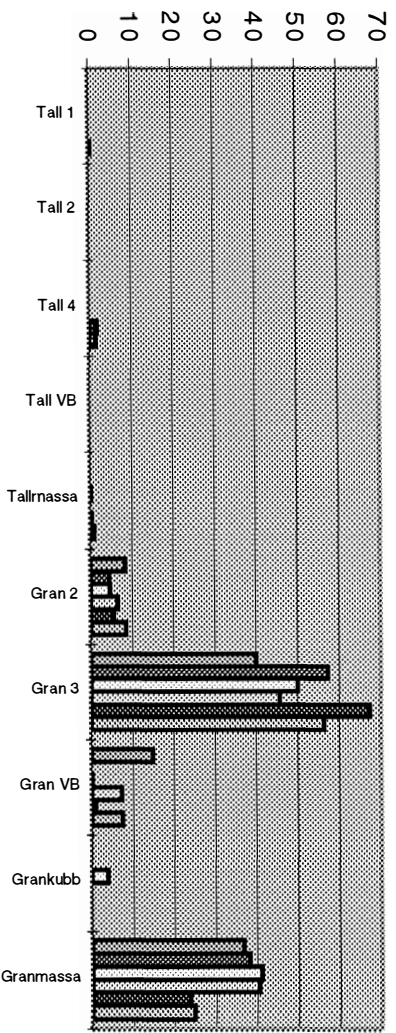
Några resultat verkar märkliga och kan därför vara värda att kommentera. Förrättningsman tre har i bestånd tre lagt ut cirkelytor på platser som ger drygt åtta procent av beståndsvolymen som tallmassaved samtidigt som det inte finns något talltimmer i beståndet. Förklaringen till detta är att det på dessa ytor endast finns två tallar. Dessa har slumpats hålla lägre kvalitet än tall 4 i roten, men har inte varit tillräckligt grova för att bli vänerblock. Apteringsprogrammet antar att rotstockskvaliteten varar upp till gränsen för friskkvistvirke. Den gränsen hamnade i det här fallet så högt att hela trädet apterades som massaved. Bakom förrättningsman fems uppskattning av bestånd två råder liknande omständigheter (se stycke 2.3.3.2).

Nedanstående diagram visar resultatet av den teoretiska apteringen av cirkelprovytorna för de fem förrättningsmännen, jämte det verkliga utfallet. Det verkliga utfallet är dock något modifierat, eftersom vissa sortiment slagits samman för att få dem jämförbara. I gran 3 ingår därför också gran 1, gran 4 och det vrak som angivits toppmätt i mätbeskeden. I detta sammanslagna sortiment är gran 3 mycket dominerande. I granmassan ingår också fiberskivved och den volym vrak som inte var toppmätt i mätbeskeden. I tall 4 ingår också tall 5, vilken utgör en obetydlig del av detta sortiment. I tall 1 ingår också tall 3. Tall 1 är dominerande i detta sortiment.

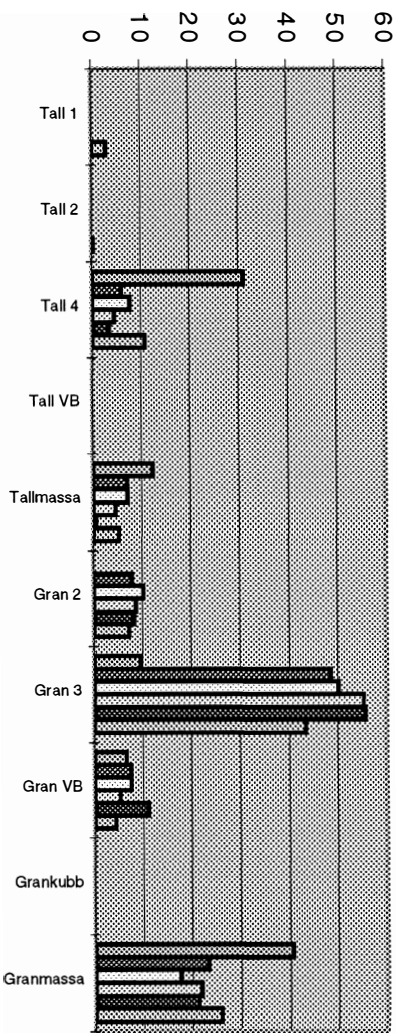




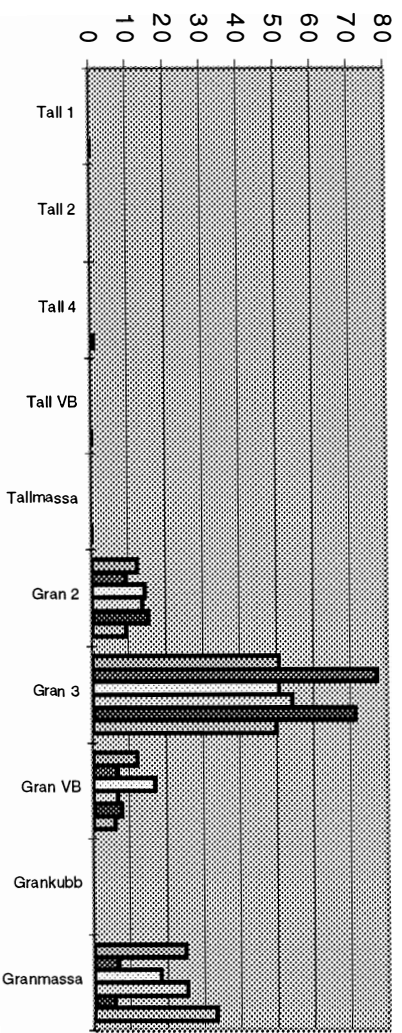
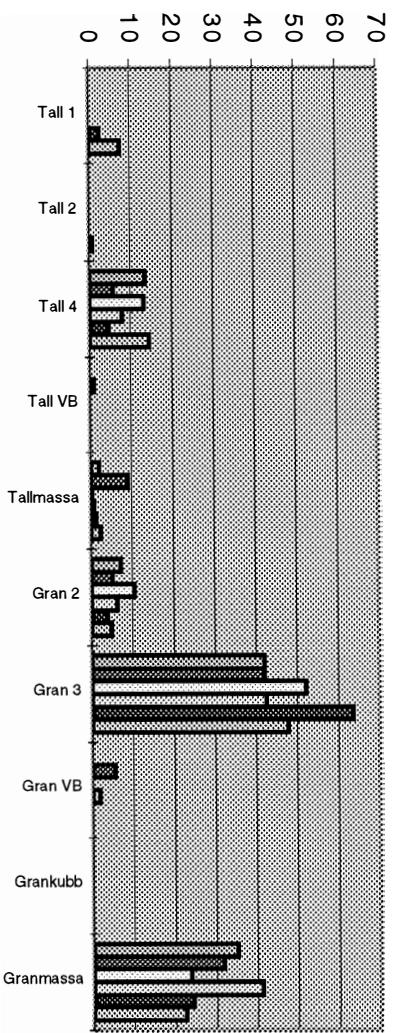
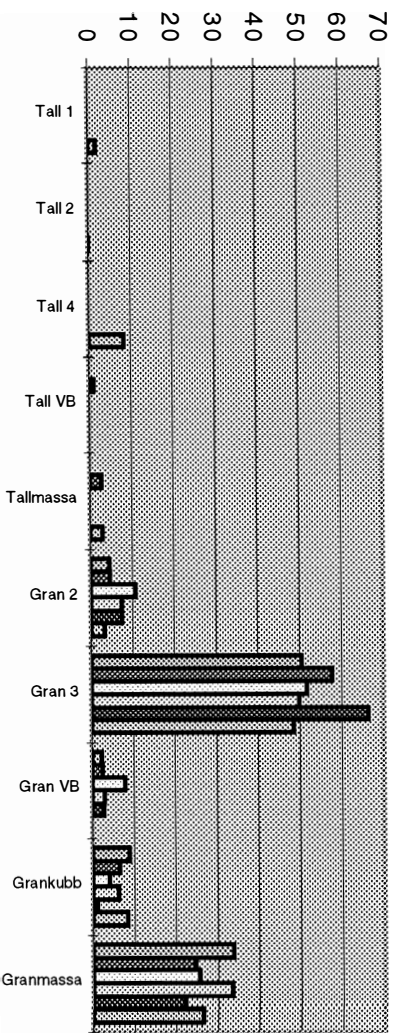
Bestånd 4



Bestånd 5



Bestånd 6



Bestånd 10

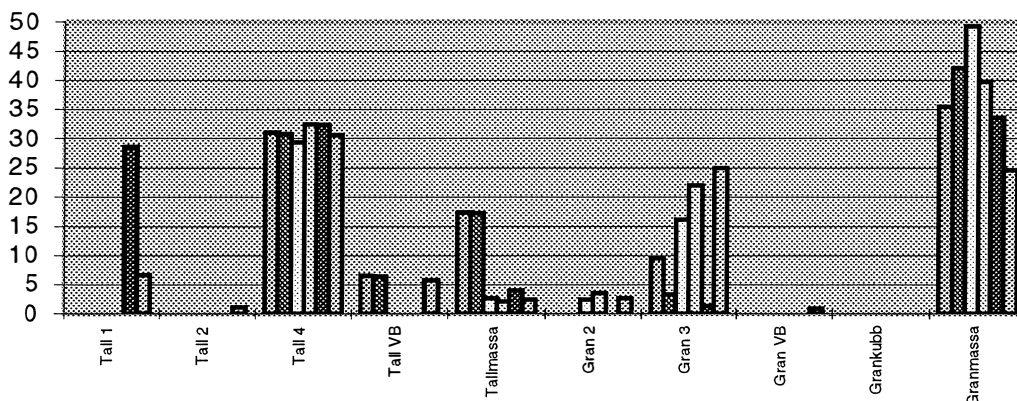
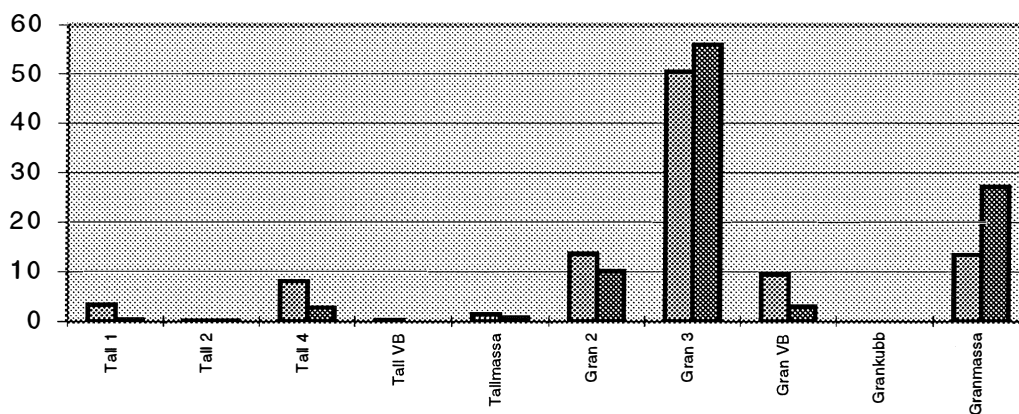


Diagram 5. Diagrammet visar resultatet av den teoretiska apteringen av cirkelprovytorna för förrättningsman (1 - 5), vilka motsvarar stapel (1 - 5), jämfört med verkligt utfall stapel 6 (Räknat från vänster).

Sortimenten är för förrättningsmännen angivna i procent av uppskattad totalvolym i m3sk. De i vissa fall modifierade sortimenten (se ovan) från mätbeskeden är angivna i procent av verklig totalvolym i m3sk.

Det går att se en viss överensstämmelse mellan facitvärden och utfall enl den teoretiska apteringen. I vissa fall förekommer dock stora avvikelser. Dessa avvikelser är en följd av såväl representationsfel i ytutläggningen som brister i apteringsmodellen.

Bestånd 11



Bestånd 12

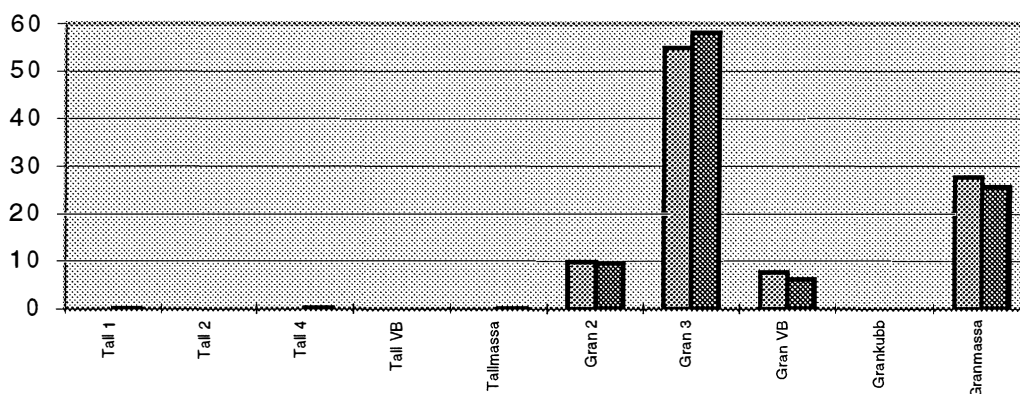


Diagram 6. Diagrammet visar resultatet av den teoretiska apteringen av kalibreringsbestånden (vänstra stapeln) och verkligt utfall (högra stapeln).

Sortimenten från den objektiva inventeringen är angivna i procent av totalt uppskattad volym i m3sk. De i vissa fall modifierade sortimenten (se ovan) från mätbeskeden är angivna i procent av verklig totalvolym i m3sk.

Avvikelseerna mellan utfallet från den teoretiska apteringen och verkligt utfall är här lägre än vid den subjektiva cirkelyteinventeringen. Detta är en följd av att de 24 objektivt inventerade ytorna täcker in och representerar beståndet betydligt bättre. Avvikelsen som ändå finns kan till stor del anses vara en följd av brister i apteringsmodellen. Den tar t.ex. inte hänsyn till röta, tjurved, krökar etc.

3.6 Tidsstudien

Det visade sig att förrättningsmännen i genomsnitt tog 15 minuter på sig per bestånd för att markera centrum för de subjektiva ytorna. Genom att ta tid på mig själv i de sista bestånden, när jag fått upp vanan lite, fick jag en uppfattning om hur lång tid det i genomsnitt tar att klava en yta. Den genomsnittliga tiden blev för mig ca 20 minuter. Det är möjligt att en riktigt van förrättningsman kan pressa tiden ytterligare. Att inventera ett bestånd med den subjektiva cirkelytemetoden, som genomförts i det här försöket, bör således grovt räknat ta 35 minuter för en yta, 55 minuter för två ytor och 75 minuter för tre ytor. Detta är naturligtvis mycket grovt räknat och ett genomsnitt. Tiden blir troligen längre i stora bestånd när gångtiderna ökar och kortare i små bestånd. Hur lång tid det tar att hofa ett bestånd finns det tyvärr inga tider på i det här försöket (se stycke 2.2.3). Min gissning är att det i genomsnitt tar något längre tid än att finna centrum för cirkelytorna i den subjektiva cirkelyteinventeringen. Den totala inventeringstiden blir dock säkert betydligt kortare.

3.7 Redovisning av litteraturstudien

Vid objektiv cirkelyteinventering lottas provytornas läge fram. Det är således inte förrättningsmannens skicklighet som avgör var ytorna skall hamna. I praktiken lottas oftast inte varje ytas läge ut utan endast den första ytans läge och en kompassriktning. Ytorna läggs sedan ut i ett kvadratisk förband över den areal som skall inventeras (objektivt systematisk ytutläggning). Förbandet läggs så det sammanfaller med utlottad yta och kompassriktning. Det har i diverse undersökningar visat sig att systematisk ytutläggning ger en bättre noggrannhet än då ytorna lottas ut oberoende av varandra (OSU) (oberoende slumpmässigt urval). Det är dessutom lättare att hitta ytorna i terrängen. Ett problem vid systematisk inventering är däremot att det inte går att härleda en korrekt formel för beräkning av medelfel. I praktiken beräknas därför medelfelet (se medelfel bil1.) som om ytorna vore utlagda enligt OSU. Detta är i de flesta fall en överskattning av medelfelet. Det finns också andra metoder att beräkna medelfelet i systematiskt objektiva metoder (Nyssönen et al. 1971) (Matérn 1961). Jag bedömer dock dessa vara opraktiska att använda i den typ av inventering som det här examensarbetet undersöker.

Vilken form skall ytorna ha? Hur många och hur stora skall de vara?

Det har visat sig att cirkelytor är att föredra. Orsaken är främst att det går snabbare att mäta en cirkelyta än en kvadratisk yta med samma area (Nyssönen et al. 1971).

Hur många ytor som skall läggas ut och hur stor radie de skall ha beror på vilken noggrannhet som önskas i uppskattningen av bestandsvariablerna. Det går tyvärr inte att ge något generellt svar. Orsaken är att noggrannheten i skattningarna är beroende av homogeniteten i beståndet. I ett homogent bestånd t.ex. en granåker räcker det med ett litet antal ytor medan det krävs många ytor för att ge samma noggrannhet i ett inhomogent bestånd. För att kunna bestämma skattningens medelfel måste beståndets variationskoefficient uppskattas (Lindgren 1984). Variationskoefficienten är standardavvikelsen (se standardavvikelse bil1.) mellan ytorna dividerad med medeltalet. Den är beroende av både variationen inom beståndet och provytornas storlek. I praktiken är det naturligtvis inte lätt att skatta ovan nämnda koefficient.

Att bestämma optimal radie på ytorna är också besvärligt. Noggrannheten blir naturligtvis större med ökad radie men inventeringskostnaden ökar ju också, eftersom arbetstiden ökar. Det kanske är bättre att lägga ut många små ytor istället till samma kostnad men förhoppningsvis ökad noggrannhet. Det finns inte heller här något generellt svar. Hur stor radie som skall användas beror på hur skogen ser ut.

Istället för att försöka uppskatta ovan nämnda koefficient kan det vara klokt att använda erfarenhetsmässiga tumregler. Genom att studera inventeringsresultat från indelningspaketets rutin med 10 m cirkelyteradie i slutavverkningsskog, går det att dra vissa slutsatser om noggrannhet i inventeringar med olika antal ytor. 10 cirkelprovytor per avdelning i slutavverkningsskog brukar ge ca 10% relativt medelfel på volymen (Holm 1997 muntl).

Följande formel kan användas som tumregel.

$$\text{Relativt medelfel} = 0,1 * \sqrt{(10/n)}$$

där n = antalet provytor

Formeln är som sagt bara en tumregel och inte teoretiskt korrekt. Medelfelet är ju som tidigare nämnts beroende av hur skogen ser ut. Det kan i praktisk inventering vara klokt att använda formeln men samtidigt anpassa antalet ytor efter hur skogen ser ut. Ju mer oregelbunden skog desto fler ytor.

4 Diskussion

4.1 Inventeringsmetoderna

Tyvärr går det inte att statistiskt säkerställa något av resultaten från undersökningen. Detta beror på den för stora avvikelsen från sant värde och för stor spridningen i skattningen av variablerna i förhållande till materialets storlek. Jag kan därför egentligen bara uttala mig om resultatet av inventeringarna som genomförts i de bestånd som ingår i den här studien och med de förrättningsmän som deltagit. Svårutvärderade resultat hör också till den subjektiva inventeringens natur, eftersom skattningarna inte är väntevärdesriktiga (se väntevärde bil 1.) och det är svårt att skilja systematiska fel från slumpmässiga. Jag tror dock personligen att det inte finns någon anledning att tro att försöket skulle ge någon större skillnad i utfall för inventeringsmetoderna med andra liknande slutavverkningsbestånd eller förrättningsmän med liknande erfarenhet.

I de tio subjektivt inventerade bestånden verkar hoftningen ge bättre skattningar av volymen än de subjektiva cirkelprovytorna. För antalet stammar/ha ger däremot de subjektiva cirkelprovytorna en något bättre skattning. För trädslagsblandningen är metoderna likvärdiga. Det kan dock vara tveksamt att uttala sig om hur bra metoderna skattar trädslagsblandningen, eftersom bestånden är så grandominerade. Det är möjligt att det blir ett annat utfall i talldominerade bestånd eller i bestånd med jämn trädslagsblandning.

Utifrån detta verkar hoftningen vara en mer ändamålsenlig inventeringsmetod än de subjektiva cirkelprovytorna, eftersom volymen är en viktigare variabel i sammanhanget än antal stammar/ha. Den subjektiva cirkelyteinventeringen verkar ge ett allt för osäkert resultat i skattningen av volymen, med ibland våldsamma över eller underskattningar. Felskattningarna har i några fall överstigit 150 m³sk/ha. En orsak till den osäkra volymskattningen kan vara förrättningsmännens ovana vid metoden. De har ju aldrig använt metoden tidigare. Det kan också vara svårt eller omöjligt att finna ytor som ger bra värden för alla variabler. Det kan hända att förrättningsmannen placerar en yta på en plats som ger bra värden för någon variabel, men sämre för andra. Det kanske i vissa fall tom är omöjligt att finna ytor som är representativa för alla variabler. Att det blir besvärligt när förrättningsmannen ställs inför ovana uppgifter vittnar inte minst bestånd tio om. Här lyckades ju ingen av metoderna särskilt bra. Detta kanske delvis beror på ovana vid tvåskiktade slutavverkningsbestånd.

Hittills har jag endast kommenterat hur bra metoderna fungerar i enskilda bestånd. Om vi istället väljer att slå ihop alla bestånd och tittar på hela avverkningsmängden får metoderna omvänd rangordning vad gäller volymuppskattningen. Hoftningen ger en liten underskattning i de flesta bestånden. Felet i totalvolymen blir summan av dessa underskattningar. De subjektiva cirkelprovytorna ger visserligen sämre skattningar i de enskilda bestånden, men totalvolymen för hela virkesmängden blir bättre skattad. Valet av metod avgörs således delvis av om det är viktigast med en bra skattning av de enskilda beståndsvolymer eller totala avverkningsvolymen.

Västra Skogsägarna har bl.a. som syfte med inventeringen att den skall bilda underlag för bortsättning till entreprenörer. I det sammanhanget är medeldiametern en viktig variabel. Förrättningsmännen har hoftat en aritmetisk medeldiameter och klavningen på de subjektiva cirkelprovytorna har givit en skattning av både aritmetisk och grundtevägd medeldiameter. Diametrarna har använts i utbytesberäkningarna, men jag har valt att inte presentera något resultat av diameterskattningarna i bestånden. Orsaken till detta är att jag finner det ointressant, eftersom det inte finns något tillförlitligt facit.

Kostnaderna för inventeringarna talar till de subjektiva cirkelprovyornas nackdel i jämförelse med hoftning. Metoden är betydligt mer tidskrävande och blir därmed dyrare. Att lägga ut ett stort antal cirkelprovytor objektivt blir ännu dyrare, men ger med tillräckligt ytantal en bättre skattning av samtliga variabler.

Subjektiva cirkelprovytor kan ge ett sortimentsutfall, med större noggrannhet än vid hoftning, eftersom teoretisk aptering då kan genomföras. Denna aptering kan göras mer sofistikerad än den gjorts i det här arbetet, om kvalitén på indata blir bättre, t.ex. vad gäller uppskattning av kvalitet på fler rotstockar, fler provträd etc. Detta leder dock till ytterligare fördyring av inventeringen. En mer detaljerad teoretisk aptering med bättre kvalitet i indata och fler sortiment i utfallet kanske är en förutsättning för att den överhuvudtaget skall vara meningsfull i praktiken. Å andra sidan kanske det inte gör något att slå ihop samtliga timmersortiment som skall till samma industri om leveransavtalen endast gäller volym oavsett kvalitet.

Träden som genomgår en teoretisk aptering är alltid förenklade modeller av verkligheten. Hur förenklade beror på kvalitén i indata. I apteringen av cirkelprovytorna i det här försöket har ingen hänsyn tagits till stammarnas krokighet eller förekomst av tjurved och röta. Dessa parametrar är svåra att inventera med stor säkerhet och ingår inte i indelningspaketets rutin. Före den verkliga apteringen genomfördes testkörningar med olika påslag på krongränshöjden för att finna en gräns för friskkvistvirket (se stycket 2.3.3.2). Gränsen sattes sedan schablonmässigt för att styra mängden friskkvistvirke mot facitvärdet. Detta förfarande gav visserligen ett bra sortimentsutfall, men är en förenkling av verkligheten. Gränsen sattes antagligen högre än den var i verkligheten, men kompenserar på detta sätt virke som faller ur klass 2 av andra orsaker, som programmet inte tar hänsyn till. Dessa orsaker kan t.ex. vara olika typer av skador, sprötkvist eller barkdragande kvist, som inte tillåts i gran klass 2.

Jag anser mig inte kunna ge några råd om vilken metod som är bäst för Västra Skogsägarna att använda, eftersom jag inte ser helheten. För att kunna ta detta beslut måste intäkter och kostnader för respektive metod jämföras. Inventeringskostnad kontra hur mycket ökad noggrannhet i information från skogen är värd, t.ex. i form av att bättre kunna klara avtalad leveransmängd virke av olika sortiment.

4.2 Subjektiv eller objektiv metod

Vilken metod som skall användas är beroende av kravet på noggrannhet och hur mycket inventeringen får kosta. Skall ett litet antal ytor läggas ut är det troligen bättre att göra detta subjektivt. Resultatet är då mycket beroende av förrättningsmannens skicklighet. Skall många ytor läggas ut är det troligen bättre att göra detta objektivt. Gränsen för vid vilket ytantal det är bättre att inventera objektivt är enl Hage 8 ytor (Hage 1988). Detta kan inte ses som något generellt antal. Var gränsen går är beroende av hur skicklig förrättningsmannen är på att lägga ut subjektiva ytor. Om förrättningsmannen är oerfaren kan troligen den objektiva metoden konkurrera vid ett lägre antal ytor än när förrättningsmannen är erfaren. Fördelar med objektiv inventering är att resultaten blir väntevärdesriktiga och det går att beräkna skattningarnas precision. Vid subjektiv inventering blir däremot resultaten inte väntevärdesriktiga och det går inte att beräkna skattningarnas precision. Det är därmed inte sagt att objektiva metoder är bättre i alla situationer.

4.3 Arealmätning

Västra Skogsägarnas största problem i volym-skattningen av ett bestånd anser jag vara fel-skattningar av arealen. GPS-mätning eller polygontåg kanske kan vara alternativa sätt att mäta arealen. Båda metoderna är dock tidskrävande. GPS-mätning går långsamt i slutna bestånd, eftersom träden ofta skymmer satelliterna och det därför blir långa väntetider ibland, innan någon registrering sker. GPS-mätare är dessutom dyra i inköp och det krävs uppkoppling till datanätet för hämtning av korrigeringsdata. För polygontåg krävs ingen dyr utrustning men två förrättningsmän, som går runt avverkningstrakten, och mäter avstånd och kompassriktningar.

4.4 Felkällor i facit

Facit innehåller felkällor som inte går att kvantifiera, både vad gäller skördardata, mätbesked från virkesmätningsföreningen och arealmätningen. Enligt min bedömning är dessa felkällor relativt små i förhållande till fel som uppstår vid skattningarna i de subjektiva metoderna. Felkällorna får möjligen större betydelse i de objektivt uppskattade kalibreringsbestånden där variabelskattningarna har större precision. Detta borde dock inte ha någon betydelse för den här studien, eftersom kalibreringen genomfördes på enskilda ytor.

Innan facit kunde jämföras med utfallet enligt de undersökta inventeringsmetoderna måste uppgifterna i vissa fall sortomvandlas. I denna sortomvandling finns felkällor som inte är kvantifierbara.

Referenser

- Adolfsson, G. och Berg, P. 1992. Rätt stock till rätt sågklass. Jämförande mätning av sågtimmer vid aptering, vederlagsmätning och sortering. Trätek. Kontenta 9302009. Stockholm.
- Djurberg, H. 1996. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Arbetsrapport nr 11. Umeå.
- Edgren, W. och Nylinder, P. 1949. Funktioner och tabeller för bestämning av avsmalning och formkvot under bark. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 38:3. Stockholm.
- von Essen, J. och Sondell, J. 1996. Samma språk i skog och såg! Skogforsk. Utvecklingskonferens 1996. Uppsala.
- Hage, J. 1988. Bestandsvis uppskattning. Kompendium i skogsuppskattning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan.
- Hellström, C och Johansson, S. 1993. Var går gränsen? Arealbestämning med GP-teknik. Skogforsk Resultat Nr 14. Uppsala.
- Hurn, J. 1989. GPS A Guide to the Next Utility. Trimble Navigation Ltd. Sunnyvale.
- Hurn, J. 1993. Differential GPS Explained. Navigation Ltd. Sunnyvale.
- Johansson, S. 1993. GPS i återväxtplaneringen. Examensarbete i skogsuppskattning och skogsindelning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Arbetsrapport 13. Umeå.
- Jonsson, B. Jacobsson, J och Kallur, H. 1993. The Forest Management Planning Package. Theory and application. Studia Forestalia Suecica, 189, 56 pp. ISBN 91-576-4698-8.
- Jonsson, B och Kallur, H. 1995. Fältarbetsinstruktion för indelningspaketets basmetod. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för biometri och skogsindelning. Umeå.
- Lindgren, O. 1984. A study on circular plot sampling of Swedish forest compartments. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Biometry and Forest Management, Section of Forest Mensuration and Management. Report 11. Umeå.
- Matérn, B 1961. Sammanfattning av uppgifter insamlade vid riksskogstaxeringen år 1948 till belysande av en provytetaxerings noggrannhet. Medd fr SFI nr 4.
- Nyyssönen, A, Roiko-Jokela, P och Kilkki, P, 1971. Studies on improvement of the efficiency of systematic sampling in forest inventory. Acta Forestalia Fennica 116.

Näsberg, M. 1985. Mathematical programming models for optimal log bucking. Linköping University. Department of Mathematics. Dissertation no 132. Linköping.

Näslund, M. 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd tall, gran och björk i södra Sverige. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut. Band 36. Stockholm.

Ollas, R. 1980. Nya utbytesfunktioner för träd och bestånd. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten ekonomi. Nr 5. Stockholm.

PS Praktisk skogshandbok. Sveriges skogsvårdsförbund. Djursholm.

Pettersson, H. 1997. Functions for predicting crown height of *Pinus sylvestris* and *Picea Abies* in Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Resource Management and Geomatics. Scandinavian Journal of Forest Research. 12: 179 - 188. Umeå.

Skogsägarna Värmland - Bohus - Dal. Aptering & klassning av sågtimmer.

Ståhl, G. 1992. En studie av kvalitet i skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biometri och skogsindelning, avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning. Rapport 24. Umeå.

Söderberg, U. 1992. Funktioner för skogsindelning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogstaxering. Rapport 52. Umeå.

Muntliga källor

Holm, S. 1997. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för resurshushållning och geomatik. Umeå.

Förklaring av facktermer

Konfidensintervall

Ett konfidensintervall beskriver två gränsvärden mellan vilka det sanna värdet med viss sannolikhet kan förväntas ligga. Intervallet är slumpmässigt, det sanna värdet är fast. Med viss sannolikhet omfattar intervallet det sanna värdet. Intervallets vidd avgörs av storleken på standardavvikelsen för observationerna och kravet på sannolikheten att infånga det sanna värdet. Med ett 67%-igt respektive 95%-igt konfidensintervall avses det intervall som i 67 respektive 95 fall av 100 täcker det sanna värdet.

$\bar{Y} \pm Z_p S$ (skattning med konfidensintervall)

där

\bar{Y} är en skattning av Y

Z_p är en faktor vars storlek avgörs av kravet på säkerhet i skattningen

S är skattningens standardavvikelse

För ett 67%-igt konfidensintervall är $Z_p \approx 1$. För ett 95%-igt konfidensintervall är $Z_p \approx 2$.

Medelfelet

Medelfelet är en skattning av standardavvikelsen i resultatet av en urvalsundersökning. Detta räknas ut med följande formel:

$\epsilon = S/\sqrt{n}$ där

ϵ är medelfelet

S är skattningen av standardavvikelsen i populationen

n är antalet observationer

(Medelfelet kan också kallas medelvärdets standardavvikelse.)

Spegling

Om cirkelytecentrum hamnar så nära en beståndskant att delar av cirkelytan hamnar utanför beståndet skall spegling tillämpas. Detta innebär att alla träd som hamnat inom cirkelytan i beståndet klavas. Förrättningsmannen söker sedan upp ytcentrummets spegelpunkt utanför beståndet. Avståndet till denna är dubbelt så långt som avståndet mellan det ursprungliga ytcentrummet och beståndsgränsen. En tänkt linje mellan den ursprungliga ytans centrum och spegelpunkten skall vara vinkelrät mot beståndsgränsen. Från spegelpunkten klavas sedan träden inom cirkelyteradien och beståndet. Om ett cirkelytecentrum hamnar utanför beståndet men så nära att delar av cirkelytan hamnar

inom beståndet görs spegling på liknande sätt. Spegelytecentrum hamnar nu inne i beståndet.

Standardavvikelse

Standardavvikelsen definieras som kvadratroten ur medelvärdet av den kvadratiska avvikelsen från medelvärdet och beräknas med följande formel:

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

S_y är standardavvikelsen för skattningen av variabel y

n är antalet observationer

i är observationernas index

\bar{y} är medelvärdet av observationerna y_i

Väntevärde

Väntevärdet är tyngdpunkten i en sannolikhetsfördelning för en slumpmässig variabel. En skattning är väntevärdesriktig om skattningsproceduren vid oändligt antal upprepningar skattar i genomsnitt rätt.

Fältblankett

Förrättningsman

Bestånd

Trädslagsblandning

Aritmetisk medeldiameter

tall

gran

löv

Volym(m³sk/ha)

tall

gran

löv

Stammar/ha

Kommentarer om kvalitén

Instruktion till subjektiv ytutläggning

Din uppgift består i att markera ytcentrum för de cirkelytor, med tio meters radie, som jag skall ta in beståndsdata från. Det är således viktigt att hitta så representativ eller representativa platser som möjligt vad gäller grundyta, höjd, trädslagsblandning etc.

Antalet ytor per bestånd skall vara en till tre. Om en yta läggs ut kommer denna att representera hundra procent av beståndet. Om fler ytor läggs ut måste du ange hur många procent av beståndsarealen respektive yta skall representera.

Varje person får med sig tre markeringsstickor och en karta över beståndet. På stickorna skriver var och en sina initialer och hur många procent ytan skall representera. Kartan kan vara ett bra hjälpmedel när denna procentandel skall anges. Markera också på kartan var ytorna finns så är de lättare för mig att finna.

Jag vill också veta hur lång tid det tar för varje person att finna dessa ytor. Jag ber därför var och en att ta tid på sig själv från det att ni kommer in i beståndet tills uppgiften är löst. Jag är medveten om att det alltid är någon av er som varit i beståndet tidigare och därför bör ha en viss fördel. Vi får se om detta kommer att märkas på resultatet.

Jag är också medveten om att ni inte är vana att jobba på det här sättet och att uppgiften är mycket svår. Hur svår visar sig när jag får fram resultatet.

Lycka till !

Bilaga 4

Förr.man	best	areal	cirkelyt.	hoftning	skördardata	VMF	Cirkelyt.	Hoftning	Skördardata	Cirkelyt.	Hoftning	VMF
			volym	volym	volym	volym	stammar	stammar	stammar	%gran	%gran	%gran
1	1	5.25	309	275		251	467	650		87	78	84
2	1	5.25	276	270		251	488	500		99	89	84
3	1	5.25	283	280		251	398	900		92	89	84
4	1	5.25	283	255		251	488	900		92	90	84
5	1	5.25	376			251	605			95		84
1	2	0.72	440	320	364	359	732	600	643	93	84	93
2	2	0.72	404	315	364	359	649	500	643	92	95	93
3	2	0.72	337	320	364	359	605	1000	643	83	97	93
4	2	0.72	424	375	364	359	611	1100	643	96	97	93
5	2	0.72	304		364	359	764		643	97		93
1	3	1.76	177	200	194	204	552	550	731	92	80	76
2	3	1.76	192	220	194	204	722	700	731	90	86	76
3	3	1.76	208	230	194	204	662	900	731	96	70	76
4	3	1.76	180	230	194	204	710	1000	731	88	90	76
5	3	1.76	235		194	204	929		731	94		76
1	4	1.90	498	310	378	343	828	600	926	92	97	97
2	4	1.90	521	325	378	343	1089	600	926	90	97	97
3	4	1.90	298	310	378	343	382	1100	926	75	97	97
4	4	1.90	437	300	378	343	859	1250	926	100	95	97
5	4	1.90	502		378	343	1146		926	100		97
1	5	4.02	295	280	313	316	647	550	918	100	89	97
2	5	4.02	374	285	313	316	961	700	918	100	96	97
3	5	4.02	289	290	313	316	679	1300	918	97	97	97
4	5	4.02	367	310	313	316	857	1300	918	100	94	97
5	5	4.02	464		313	316	987		918	92		97
1	6	1.58	257	265	240	262	488	600	611	71	75	81
2	6	1.58	372	350	240	262	552	600	611	87	80	81
3	6	1.58	235	350	240	262	493	600	611	86	80	81
4	6	1.58	290	260	240	262	541	850	611	91	81	81
5	6	1.58	310		240	262	541		611	95		81
1	7	1.32	338	310	362	371	817	750	844	100	97	87
2	7	1.32	340	325	362	371	774	750	844	97	89	87
3	7	1.32	269	330	362	371	573	1100	844	100	91	87
4	7	1.32	366	340	362	371	796	1150	844	100	94	87
5	7	1.32	483		362	371	828		844	100		87
1	8	2.21	204	210	248	226	551	550	532	84	76	75
2	8	2.21	180	200	248	226	573	650	532	85	90	75
3	8	2.21	179	280	248	226	414	900	532	86	89	75
4	8	2.21	173	210	248	226	455	800	532	90	86	75
5	8	2.21	192		248	226	669		532	91		75
1	9	3.45	351	330	380	392	361	500	459	100	100	98
2	9	3.45	342	350	380	392	382	350	459	100	100	98
3	9	3.45	265	340	380	392	303	500	459	100	100	98
4	9	3.45	273	360	380	392	315	650	459	100	100	98
5	9	3.45	366		380	392	366		459	100		98
1	10	1.65	148	200	317	301	796	1200	1006	43	50	53
2	10	1.65	180	160	317	301	923	800	1006	57	75	53
3	10	1.65	153	170	317	301	987	1300	1006	66	71	53
4	10	1.65	185	160	317	301	923	1700	1006	52	19	53
5	10	1.65	225		317	301	1050		1006	33		53

Tabell 1. Sammanställning av hoftning och cirkelyteinventering tillsammans med skördardata och VMF-data. Volymer och stammar är beräknade per ha. Volymerna är beräknade i m3sk. Kolumn tre visar beståndsarealen i ha.

Bilaga 5

Ytnr		Grundyta	DGV	Stammar/ha	Volymtall	Volymgran	Volymbjörk	Volymövlöv	Volymtot
1	S	47	293	764	0	537	0	0	537
2		35.3	364	541	0	422	2	0	424
3		17.1	358	223	0	194	0	0	194
4		46	311	796	62	484	0	0	547
5		40.6	257	987	29	427	0	0	456
6		42.7	320	764	251	229	0	0	480
7		41.5	310	796	160	329	0	0	488
8		30.7	358	541	0	373	0	0	373
9	S	45.1	369	891	192	262	2	10	465
10	S	55.9	317	859	0	674	0	0	674
11	S	40	360	541	69	392	0	0	461
12		39.2	325	637	21	453	0	0	474
13	S	45.3	289	891	94	382	0	0	476
14	S	48	313	732	90	449	0	0	539
15		42	301	764	91	396	0	0	488
16		35.5	284	732	43	359	0	0	402
17		38.2	358	637	33	428	0	0	460
18		35.6	307	796	0	411	0	0	411
19		43.3	430	350	0	590	0	0	590
20	S	53.5	383	541	249	387	0	0	636
21	S	48.4	301	923	21	537	0	0	559
22		41.5	277	923	26	439	3	12	480
23	S	53.2	389	509	0	687	0	0	687
24	S	53.2	298	923	0	625	0	0	625
Medelvärde		42.4	328	711	60	436	0	1	497
Standardavvikelse		8.4	43	194	78	126	1	3	106
Medelfel %		3	2	4	22	5	6	56	4
Medelfel absoluta tal		1.272	6.56	28.44	13.2	21.8	0	0.56	19.88

Tabell 1. Sammanställning av den objektiva cirkelyteinventeringen i bestånd 11. Grundytan är angiven i m²/ha, DGV i mm och volymerna i m³sk/ha. Ett "S" i kolumn 2 anger speglad yta.

Ytnr		Grundyta	DGV	Stammar/ha	Volymtall	Volymgran	Volymbjörk	Volymövlöv	Volymtot
1	S	43.3	406	509	0	526	0	0	526
2		43.4	392	446	0	563	0	0	563
3		31.2	315	446	0	367	0	0	367
4		37.1	284	668	0	420	0	0	420
5	S	15.4	285	255	0	147	0	0	147
6		34.6	286	605	0	399	0	0	399
7	S	21.5	309	446	0	224	0	0	224
8		31.4	280	573	0	360	0	0	360
9		34.3	358	446	32	384	0	0	416
10		31.4	369	350	0	389	0	0	389
11		9.3	305	159	0	94	0	0	94
12		25	393	223	0	303	0	0	303
13		40.3	359	446	0	505	0	0	505
14		48	321	668	0	596	0	0	596
15		33.3	368	382	0	404	0	0	404
16		43.7	336	541	0	548	0	0	548
17		40.3	325	573	0	500	0	0	500
18		19.7	264	477	0	200	0	0	200
19		41.4	301	668	0	500	0	0	500
20		30	291	700	0	331	0	0	331
21		22.3	285	509	0	235	0	0	235
22		53.5	312	828	0	669	0	0	669
23	S	41.8	300	637	0	480	0	0	480
24		37.4	324	605	0	454	0	0	454
Medelvärde		33.7	328	507	1	400	0	0	401
Standardavvikelse		10.7	41	160	7	146	0	0	146
Medelfel %		5	2	5	81	6	0	0	6
Medelfel absoluta tal		1.685	6.56	25.35	0.81	24	0	0	24.06

Tabell 2. Sammanställning av den objektiva cirkelyteinventeringen i bestånd 12. Grundytan är angiven i m²/ha, DGV i mm och volymerna i m³sk/ha. Ett "S" i kolumn 2 anger speglad yta.

Best.nr	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
Tall 1	0.0	1.1	2.4	0.1	0.4	2.7	1.7	5.8	0.2	6.1	0.3	0.0
Tall 2	0.6	0.1	0.5	0.0	0.0	0.3	0.1	0.8	0.0	1.1	0.1	0.0
Tall 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	1.6	0.0	0.6	0.0	0.1
Tall 4	10.4	2.5	12.6	0.9	1.6	10.6	8.2	14.0	0.9	30.0	2.6	0.3
Tall 5	0.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.0	0.7	0.1	0.0
Tall VB	0.4	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.9	0.0	0.0
Tallkubb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gran 1	2.2	2.0	0.7	1.4	3.1	0.7	0.6	3.8	2.6	2.1	3.5	1.2
Gran 2	5.8	7.3	2.0	10.1	8.5	7.2	3.3	4.8	9.3	2.7	10.0	9.7
Gran 3	42.6	43.7	30.3	43.0	49.6	40.4	44.5	40.6	43.1	21.2	49.3	53.6
Gran 4	2.8	4.1	1.6	1.6	2.4	1.3	2.3	1.8	1.8	0.3	2.4	2.3
Gran VB	4.1	6.8	1.2	10.7	7.5	4.3	0.0	0.0	6.0	0.9	3.0	6.2
Grankubb	6.0	5.2	11.8	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tallmassa	4.0	2.4	8.2	2.2	1.0	5.2	2.9	2.3	0.1	2.4	0.8	0.1
Granmassa	14.8	22.1	25.1	26.7	24.1	23.7	25.5	16.9	27.0	21.2	22.9	22.8
Fiberskivved	3.2	0.0	0.0	1.0	0.0	1.2	0.0	5.2	5.5	2.9	3.4	2.0
Vrak	2.6	2.1	2.8	2.3	1.7	2.0	2.1	1.9	3.1	2.0	1.4	1.8

Tabell 3. Sammanställning av verkligt utfall i procent av avverkade volymer i m³sk för bestånd (1 - 12).

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation.

Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

- 1995 1 Kempe, G. Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog.
ISRN SLU-SRG-AR--1--SE
- 2 Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning.
- metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden.
ISRN SLU-SRG-AR--2--SE.
- 3 Holmgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck
från en studieresa till Oregon, Washington och British Columbia 1-14 augusti 1995.
ISRN SLU-SRG-AR--3--SE.
- 4 Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse
Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE.
- 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det?.
Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning.
ISRN SLU-SRG-AR--5--SE.
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga
planeringen. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning.
ISRN SLU-SRG-AR--6--SE.
- 7 Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning?
Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? Examensarbete i ämnet
skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--7--SE.
- 8 Ranvald, C. Sortimentinriktad avverkning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning
och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE.
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB,
Örnsköldsviks förvaltning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogs-
indelning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak
(*Quercus Robur* L.) in Sweden. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och
skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE.
- 11 Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En
bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i
leveransprognoser till sågverk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och
skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE.
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på
MoDo:s indelningsrutiner. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och
skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE.

- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forest management planning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE.
- 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 92/96. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.
- 15 van Kerkvoorde, M. A sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE.
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE.
- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla föryngringsytor på Sundsvalls arbetsomsåde, SCA. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN-SRG-AR--17--SE.
- 18 Christoffersson, P & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN SLU-SRG-AR--18--SE.
- 19 Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-SRG-AR--19--SE.
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE.
- 21 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--21--SE.
- 22 Ali, Abdul Aziz. Describing Tree Size Diversity. ISRN SLU-SRG-AR--22--SE.
23. Lundström, A., Nilsson, P. & Ståhl, G. Certifieringens konsekvenser för möjliga uttag av industri- och energived. - En pilotstudie. ISRN SLU-SRG-AR--23--SE.
24. Fridman, J. & Walheim, M. Död ved i Sverige. - Statistik från Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--24--SE.
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventerings simulering - En handledning till programpaketet "NVSIM". ISRN SLU-SRG-AR--25--SE
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om dektektering av förändringar av populationer i begränsade områden. ISRN SLU-SRG-AR--26--SE

- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd.
ISRN SLU-SRG-AR--27--SE.